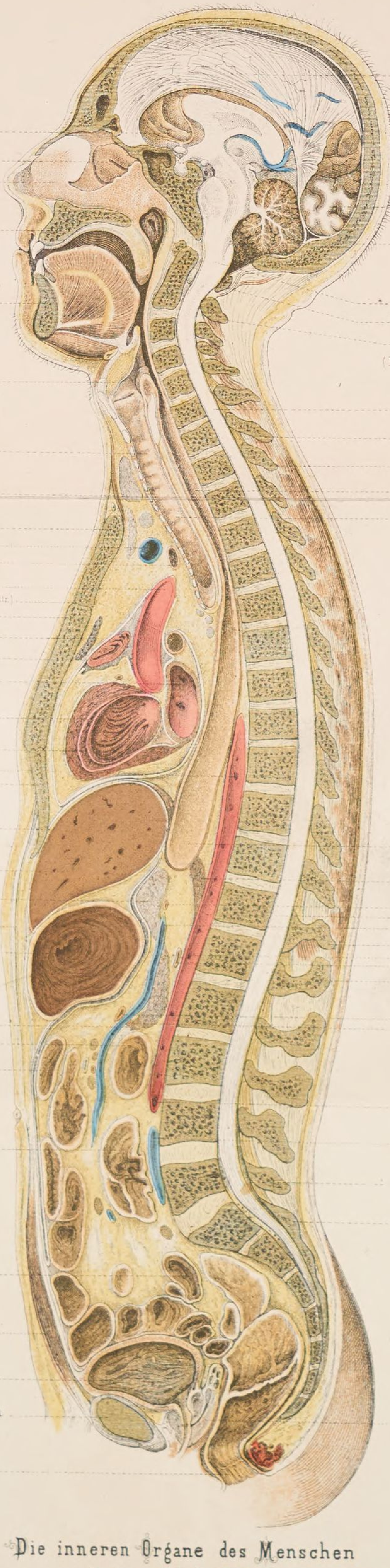
Tafel zu Reclam's „Der Leib des Menschen".



Die inneren Organe des Menschen

1/3 der natürlichen Grösse.

(Nach einer von Braune in der Mittel-Linie durchsägten Leiche)

Nach der Natur gezeichnet von Schmiedel

Copie aus Braune's topograph. anatom. Atlas.

Reclam der Leib des Menschen

Stuttgart: K. Thienemanns Verlag

Art Anst. v. E. Hochdanz.

DER

LEIB DES MENSCHEN

DESSEN BAU UND LEBEN.

VORTRÄGE FÜR GEBILDETE

VON

CARL RECLAM,

Dr. med. Professor der Medicin an der Universität Leipzig und städtischer Polizeiarzt.

MIT 16 FARBENTAFELN UND 325 HOLZSCHNITTEN.

Zweite Auflage.

STUTTGART.

JULIUS HOFFMANN.

(K. Thienemann's Verlag.)

1879.

Druck der C. Hoffmann'schen Buchdruckerei in Stuttgart.

Seiner Excellenz

Herrn Dr. von Falkenstein

königl. sächs. Staatsminister.

Wasser, Eiweiß, Fett u. wenige Mineralstoffe – sie bilden die Quellen unseres Lebens u. Absterbens – dazwischen liegt eine kurze Spanne Zeit mit ein wenig Glück u. viel Unglück, Stolz u. Hochmut, Hoffnung u. Enttäuschung – Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, etwas Phosphor u. Schwefel – das ist der Mensch.

(Formanek. Repetitor. der Milit. Hygiene).

Vorwort.

Die Lehre vom Leben muß Gemeingut aller Denkenden und Denkfähigen werden. Hierzu wollen die vorliegenden Blätter einen Beitrag liefern durch eine solche Darlegung des heutigen physiologischen Wissens, daß Jeder mit den Kenntnissen der heutigen Volksschule Ausgerüstete den anziehenden Inhalt der wissenschaftlichen Lehren erfassen kann und daß zugleich Fachgenossen für Inhalt und Form des Buches Theilnahme und Interesse gewinnen.

Um diese Aufgabe zu lösen, suchte der Verfasser mit Vermeidung der Fremdworte so klar und einfach als möglich zu schreiben, ohne doch Umschau auf verwandte Gebiete und Hinweis auf die sich ergebenden nächsten Folgerungen auszuschließen. So, hoffte er, würde es gelingen, die ferner stehenden Leser dem Standpunkte der Betrachtung zu nähern, ohne diesen zu verlassen.

Es scheint, daß dieses Bemühen nicht ganz ohne Erfolg blieb. Denn während der über ein Jahr andauernden Drucklegung ergab es sich, daß „Der Leib des Menschen“ sich der

wohlwollenden Beachtung von Seiten der Kenner erfreute, — und daß er nicht nur die Aufmerksamkeit der Laien erregte, — sondern daß auch beginnende Studirende der Medicin durch das Werk einen Ueberblick über die Grundwissenschaft ihres künftigen Arbeitsgebietes mit einigem Erfolge gewannen, — daß endlich ältere Kollegen sich beifällig und befriedigt über die Rundschau der stetig verjüngten Wissenschaft aussprachen. Wenn dies gelang, so geschah es durch den Einfluß gütiger Beihülfe, deren sich Verfasser erfreuen durfte.

Zu besonderem Danke ist er verpflichtet seinen verehrten Herren Kollegen Ludwig, Thiersch und Wagner in Leipzig sowie Hyrtl in Wien, durch Förderung mit Rath und durch Ueberlassung meisterhaft ausgeführter Präparate zur Abbildung. Hierdurch, sowie durch das verständnißvolle Eingehen des Herrn Verlegers auf die Absichten des Verfassers, wurde es möglich, das Buch mit einem Schatze vortrefflicher Abbildungen auszustatten, wie ein solcher zur Zeit kaum ein anderes Lehrbuch der Physiologie zieren dürfte. Die Originale der „Tafeln“ sind mit größter Treue und Gewissenhaftigkeit wiedergegeben. Bei den „Holzschnitten“ wurde besonders danach getrachtet, möglichst klare Anschauungen über Gestalt und Verrichtung der Organe zu befördern, um so dem Mangel natürlicher Präparate zu begegnen.

Zur Klarheit dürfte beitragen, daß vereinfachte (schematische) Abbildungen die naturgetreuen begleiten, wie z. B.

beim Kehlkopf (Fig. 127, die Figuren 125 u. 128), — bei den Lungen (Fig. 118, die Fig. 119), — dem Blutkreislaufe (Fig. 277, 295, 296), — den Wirkungen einzelner Muskeln (Fig. 249, 254), — u. s. w. In anderen Fällen schien es zum Ersatze der anatomischen Präparate geboten, durch zahlreiche unter sich verschiedene Abbildungen das Zufällige derselben auszuschließen, um das Typische dem Gedächtnisse einzuverleiben; daher sind die Lungen (außer auf 2 Tafeln) in 10 Holzschnitten (Fig. 118, 119, 189, 289, 298, 301, 302, 306, 307, 308) wiedergegeben; — dem Herz ist die gleiche Zahl gewidmet (Fig. 280 bis 289), — der Hand gehören 15 Abbildungen, von denen 6 auf das Handgelenk kommen. Ueberhaupt sind alle wichtigeren Gelenke in Durchschnitten abgebildet. Die für Laien und Anfänger so schwierige Topographie wurde bei der Wahl der Abbildungen besonders berücksichtigt; neu ist in dieser Ausführung Tafel 1 und Fig. 10. — Manche Zusammenstellungen dürften auch den Fachgenossen nicht werthlos sein, wie die beiden Muster-Skelette: (Fig. 30 und 31), — die Schädel: Schiller's und eines Blödsinnigen (Fig. 32 und 33), — die Gehirne: von Gauß und von einem Landmann (Fig. 43 u. 44), — die drei, nach prachtvollen Präparaten Hyrtl's ausgeführten Papillen-Formen (Fig. 91, 92, 93), — und Aehnliches. —

Fachgenossen, welche dem Buche genauere Durchsicht gewähren, werden erkennen, daß sich Verfasser zur Pflicht ge-

macht, ebenso den „geistigen Einfluß" auf körperliche Vorgänge zu berücksichtigen (z. B. beim Gebrauche der Sinneswerkzeuge und beim Sprechen), als den „Mechanismus" der Vorgänge nachzuweisen (z. B. die Verrichtung der Sinnesorgane, die Ursachen des Blutzuflusses zum Magen nach Speiseaufnahme, die Mittel zur Regelung der Wärme u. s. w.). — Ergebnisse eigener Untersuchungen sind die Nachweise: der Magenbewegungen und deren Bedeutung für richtige Speisewahl, — die Torsions-Bewegungen des Rumpfes beim Gehen, — das Verhältniß zwischen tastenden und betasteten Organen, u. A. —

Das Werk wurde erst nach Jahre langer Vorarbeit geschrieben; denn es ist dem Verfasser heiliger Ernst mit der Aufgabe: als Lehrer des Volkes zu wirken.

Vielleicht dürfte durch die Sorgfalt, mit welcher die Einzelnheiten des Inhaltes, sowie der Abbildungen ausgewählt sind, „Der Leib des Menschen" nicht ungeeignet sein, denjenigen als Leitfaden zu dienen, welche die Jugend unterrichten sollen. Dann könnte das Buch eine Grundlage für die in den Schulen zu lehrende „Menschenkunde" und „Gesundheitspflege" werden.

Leipzig, im März 1870.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die neue Auflage ist in allen Theilen sorgsam durchgesehen und überarbeitet worden. Das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Verlegers ermöglichte es, sie nicht nur durch eine Doppeltafel in Farbendruck und 69 Holzschnitte zu vermehren, sondern auch durch Uebersichten aus der vergleichenden Anatomie und durch eine auf Grundlage der physiologischen Darlegungen sich stützende Diätetik der wichtigsten Organe; zugleich wurden Ergebnisse neuer Forschungen an vielen Stellen nachgetragen, — so daß sich der Gesammtinhalt des Werkes etwa um den vierten Theil vergrößerte. Zweckmäßige Druckeinrichtungen ließen dies ohne erhebliche Steigerung des Umfanges und des Preises ausführen. —

Auch bei dieser Auflage habe ich verehrten Collegen für empfangene Winke zu danken, namentlich den Herren Braune, Coccius, His, Leuckart, Ludwig. Der verstorbene Professor Dursy hat ferner in freundlichster Weise die Nach-

bildung der von Luschka hinterlassenen und im Besitze der Tübinger Anatomie befindlichen Farbentafel des „Sympathicus und Vagus“ gestattet. Endlich sind zahlreiche Zuschriften und Wünsche berücksichtigt worden, welche mir Besitzer der ersten Auflage zusendeten.

Mit freudiger Genugthuung erfuhr ich hierdurch: wie vielfach das Buch nicht nur von Laien mit Interesse und Verständniß gelesen, — sondern auch von älteren Aerzten zur Auffrischung ihrer Studien-Erinnerungen, — von Studirenden zur Einführung in die Wissenschaft der Physiologie, — von Pädagogen als Leitfaden beim Unterricht, — mit gutem Erfolge benutzt wurde. Beweise der letzterwähnten erfolgreichen Verwendung erhielt ich aus den Antworten der Schüler und Schülerinnen des jüngst verstorbenen trefflichen Schuldirector Thomas. (Auf dessen Anregung verfaßte ich zum gleichzeitigen Gebrauche für die Schüler das kleine Buch „Gesundheits-Schlüssel“.) —

Um die Benutzung des „Leib des Menschen“ für alle Leser zu erleichtern, habe ich ein sehr ausführliches Alphabetisches Register ausgearbeitet, dessen Durchsicht einen Nachweis über die Reichhaltigkeit des Buches gewähren dürfte.

Leipzig, im September 1879.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Verzeichniß der Abbildungen.

I. Tafeln in Farbendruck.

---

*) Die Seitenzahlen bezeichnen diejenigen Stellen des Werkes, wo vorzugsweise auf die betreffende Tafel Bezug genommen wird, — und woselbst sie eingebunden werden kann, — wenn man nicht vorzieht, die sämmtlichen Tafeln zu Anfang oder am Schlusse neben einander einheften zu lassen.

II. Holzschnitte.

*) Wir machen besonders darauf aufmerksam, daß diese Abbildung nach Rüdingers Originalzeichnung angefertigt wurde, was leider auf Seite 124 nicht bemerkt ist. D. V.

Der Stoffwechsel.

[Alter des Stoffwechsels und der Kenntniß von demselben. — Einnahme und Ausgabe: äußerer Stoffwechsel. — Größe des inneren Stoffwechsels; das Wasser. — Menge der Nahrung. Beispiele. — Das Gesetz der Ausgleichung. — Begriff und Aufgabe der Physiologie.]

„Ob Alles im ewigen Wechsel kreist,
„Es beharret im Wechsel ein ruhiger Geist."
(Schiller.)

Als vor Jahrtausenden die erste Pflanze auf unserer Erdrinde keimte, — als das erste Geschöpf im trüben Wasser des Oceans sich regte, — da hatte auch in und mit ihnen der „Stoffwechsel" begonnen, der aller Lebenserscheinungen Grundlage und Bedingung ist. Daß er bestand, war schon vor zweitausend Jahren in solchem Grade Ueberzeugung der Naturforscher, ja des ganzen Volkes geworden, daß die Hindeutung auf ihn an öffentlicher Gerichtsstätte als Beweismittel gebraucht werden konnte: Es ist uns eine merkwürdige Stelle von Alferus (einem Rechtsgelehrten aus der Zeit des Augustus) erhalten, in welcher derselbe Antwort gibt auf die Frage, ob ein Rechtshandel nicht seine Eigenthümlichkeit dadurch verliere, daß einige der Richter verworfen wurden und andere an ihre Stelle traten. Der Rechtsanwalt antwortete mit einem geistvollen Gleichnisse: „Ein Rechtshandel bleibt im Wesentlichen unverändert," sagte er, „ebenso wie ein Kriegsheer oder ein Volk das nämliche bleibt, mögen auch noch so viele Einzelne desselben gestorben und durch Nachkommende ersetzt sein; oder wie ein Schiff dasselbe ist, auch wenn man nach und nach den Mast, Planken, die Ruderbänke und alle Theile desselben durch neue ersetzt hat; oder wie der Mensch derselbe ist, der er vor Jahren war, obgleich doch, wie die Philosophen sagen, von

den kleinsten Theilen, aus denen er besteht, täglich eine nicht geringe Menge unserem Körper verloren geht und durch andere ersetzt wird, die von außen her an der Verlorenen Stelle treten." (a.)

Die späteren Forscher kannten nicht nur den unausgesetzten Wechsel der Stoffe im menschlichen Körper, sondern sie ahnten auch bereits den Nutzen, welchen derselbe haben mußte; Sanctorius bezeichnet schon vor zweihundert Jahren diese Vorgänge als den alleinigen Grund, weßhalb der Mensch lebe und der Fäulniß nicht anheimfalle. (b). — Es ist viel Wahres in diesem Ausspruch des alten Forschers; denn wie im Reiche der Geister der Meinungskampf durch Austausch widerstrebender Ueberzeugungen die Streitenden frisch und wach erhält, — wie im englischen Staatsleben „ihrer Majestät Opposition" für nothwendig erachtet wird, um vor größerer Fäulniß den parlamentarischen Organismus zu bewahren, — so ist im lebendigen Menschenleibe der beständige, gegenseitige Austausch der Stoffe nothwendig. Jede Beeinträchtigung des Austausches rächt sich. Der Mangel an Frische in den Schriften mancher Gelehrten, welche sitzende Lebensweise führen, läßt als eine der wesentlichsten Ursachen das geringe Maß des Stoffwandels in ihrem Körper erkennen, — gerade wie man Unfähigkeit allgemeine Verhältnisse zu überschauen und zu erkennen, oft bei Handarbeitern findet, welche vorzugsweise die Kräfte des Körpers üben und nicht durch Nachdenken die Stoffe ihres Gehirnes verbrauchen und zum Wiederersatz nöthigen. Noch immer hat Lichtenberg recht: „der Pöbel ruinirt sich durch das Fleisch, das wider den Geist, — der Gelehrte durch den Geist, den es zu sehr wider den Leib gelüstet."

Beständig werden wir aus dem Chaos der Stoffe neu geboren; beständig sind wir in Gefahr in das Reich einzelner Elementar-Atome wiederum zu versinken. Das einzige Mittel, uns vor solchem Untergange zu bewahren, ist der regelmäßige Verbrauch der Stoffe durch Arbeit und ihr regelmäßiger Ersatz durch Luft, Speise und Trank. In den Röhren unserer Blutgefäße fließen die aufgelösten Nährstoffe durch den ganzen Körper. — Sie gelangen zu den Knochen, Muskeln, Nerven, zur Haut, und liefern dort für das Verbrauchte Ersatz. Wie käme es denn, daß wir durch den Gebrauch Handschuhe, Stiefeln und Kleider abtragen, während die Haut unserer Hände durch harte Arbeit dicker und fester wird, die Haut der Fußsohlen beim Gehen mehr und mehr

erhärtet? Wohl nützt sich beim Gebrauch an Händen und Füßen unsere Haut ebenso ab, wie Handschuhe und Schuhsohlen; aber mit Hülfe der in unserem Blute enthaltenen Nährstoffe wird immer wiederum das ersetzt, was durch den Gebrauch verloren gegangen, und gleicher „Wechsel" der Stoffe, — gleicher Verbrauch und Wiederersatz, — findet sich durch unsern ganzen Körper.

Der Stoffwechsel ist das eigentliche Hülfsmittel des Lebens, der äußere Ausdruck des mythologischen Begriffs „Lebenskraft". Nach dem Tode hört er auch beim zerfallenden Organismus nicht ganz auf; denn auch die Vorgänge der Fäulniß und Gährung beruhen beide ebenfalls auf einem Wechsel der einfachen Stoffe, nur daß dieser Wechsel ein anderer sein muß, weil keine Zufuhr frischer Materie stattfindet, sondern im todten Körper ein ähnlicher „Stoffwechsel" von statten geht, wie im lebenden Körper des Branntweintrinkers: das Capital des Körpers wird statt der Zinsen verzehrt und daher muß Bankerott folgen. —

So hätten wir die eine der Hauptbedingungen kennen gelernt, durch welche in lebenden Körpern die Neubildung der Stoffe in regelrechter Weise unterhalten wird: die beständig wiederholte Zufuhr frischen noch unzersetzten Stoffes, — welcher dann entgegensteht die Ausscheidung der durch Zersetzung unbrauchbar gewordenen Stoffe aus dem Körper.

Einen ähnlichen Weg der Erkenntniß — wie wir zu diesem Ziele — hat auch die Wissenschaft schreiten müssen. Als sie die Ueberzeugung gewonnen, daß die „ausgeschiedenen" Stoffe im Wesentlichen in Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, organischen Säuren, etwas Fett und noch anderen minder wichtigen Substanzen bestehen, verfiel sie auf das Mittel: jene ausgeschiedenen Stoffe zu messen, um aus ihnen berechnen zu können, wieviel „Einnahme" der Körper an Sauerstoff der Luft, Speise und Trank nöthig habe, um jene Ausfuhrstoffe zu erstatten. Es ist eine überraschende Thatsache, wie schwer es doch fällt, aus einzelnen Wahrnehmungen sich den allgemeinen Plan eines Vorganges zu bilden, und wie die zahlreichsten Irrthümer, welche in allen Wissenschaften begangen werden, gerade hier ihre Begründung finden. Auch bei der Lehre vom Stoffwechsel machten die Forscher dieselbe Erfahrung.

Man betrat anfangs den ungeschicktesten Weg, den man nur hätte nehmen können, um zu den Früchten vom Baume der Erkenntniß zu gelangen. Man sammelte die Ausscheidungen und berechnete aus ihnen die

genossenen Einnahmen; statt dessen hätte man nur ganz einfach bei gesunden, kräftigen Individuen nachzumessen brauchen, wieviel dieselben zum Essen, Trinken und Athmen bedürfen, um die Gesammtmenge der nothwendigen Nährstoffe kennen zu lernen. Blieben jene Personen bei dieser Menge gesund, so mußte dieselbe gerade das richtige Maß sein.

Aber was nützt es uns, wenn wir auch noch so genau die Mengen der „Einnahmen" und „Ausgaben" erkannt hätten? Wäre hierdurch das Wesen des Stoffwechsels uns erschlossen? — Wer versteht denn ein kaufmännisches Geschäft nach Art und Ausbreitung richtig zu beurtheilen, wenn er nichts erfährt als das am Jahresschluß aufgestellte Verzeichniß der eingelaufenen Gelder und der Ausgaben? Ist nicht die Verwendung des Geldes, sein Umsatz in Waaren, die vielfache Wiederholung dieses Umsatzes die eigentlich maßgebende Größe für Bedeutung und Blüthe alles Geschäftes, gerade wie die Verwendung der Stoffe im lebenden Körper bald zum Wachsthum — bald zur Wiedererſetzung — bald zum Aufbau krankhafter Gebilde dient? Und erkennt man nicht erst hierdurch, ob der Stoffwechsel ein gedeihlicher war, oder nicht? Es ist recht gut denkbar, daß zwei Personen, welche gleiche Mengen Stoffes in sich einführen und die gleichen Mengen ausgeben, doch im Innern ihrer Körper ganz verschieden die Stoffe umsetzen, ja daß der Eine gesund, der Andere unheilbar krank sein kann. Die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses ist vorhanden; denn da die Menge der Einnahmen, deren der Mensch unumgänglich bedarf, sich nicht nur nach dem Verbrauche der Stoffe durch Anstrengung, sondern auch nach dem Gewichte des Individuums richtet, so bedarf ein starker, kräftiger Mann von 100 Kilo (200 Pfund) Körpergewicht dreimal so viel Speise, Trank und Luft, als eine zarte Dame von 35 Kilo (70 Pfund) Gewicht. Verbrauchen beide gleiche Mengen, so würde dies ein Zeichen von Krankheit bei einem oder dem andern, oder auch bei beiden sein.

Der sogenannte „intermediäre" oder innere Stoffwechsel, (welcher zwischen „Einnahme" und „Ausgabe" im Körper stattfindet,) ist nicht nur wichtiger, sondern auch seiner Menge nach viel bedeutender, als „Einnahme und Ausgabe", — wie wir vorläufig am Beispiele des Wasserumsatzes unseres Körpers nachweisen wollen. Später werden wir den intermediären Stoffumsatz genauer kennen lernen. —

Ein Mensch, welcher 70 Kilo (140 Pfund) wiegt, besteht aus 45 bis 50 Kilo (90—100 Pfund) Wasser und nur 15—20 Kilo (30—40

Pfund) fester Stoffe*). Von dem im Blute und in den Organen befindlichen Wasser scheidet er durch das Athmen in 24 Stunden etwas über 2%, in den übrigen Ausleerungen gegen 6% aus; also gehen im Ganzen von seinem Wassergehalte durch „Ausscheidungen" ihm täglich 8% verloren. Der Wasserumsatz dagegen, welcher im Innern des Körpers aus dem Blute in die Därme, und aus diesen zurück in das Blut stattfindet (von dem man außerhalb des Körpers gar keine Wahrnehmung hat), beträgt bereits 23%, mithin fast das Dreifache. Vortreffliche Untersuchungen haben die Vertheilung dieser Wassermenge auf die verschiedenen Verdauungssäfte kennen gelehrt. (c.)

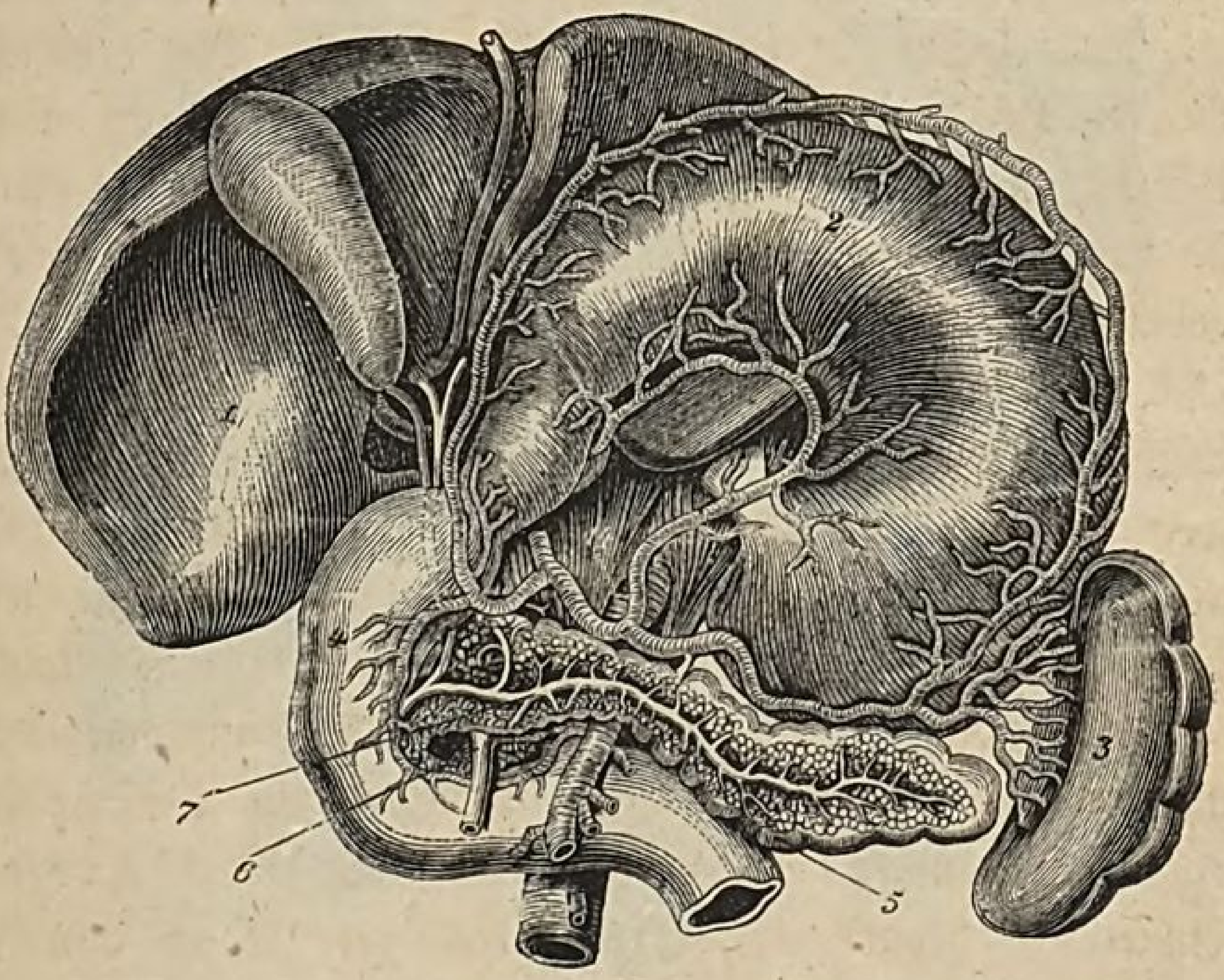


Fig. 1. Magen, Leber und Bauchspeicheldrüse.
(Magen und Leber zurückgelegt. Nach Luschka.)
1 Leber. — 2 Magen. — 3 Milz. — 4 Zwölffingerdarm. — 5, 6 Bauchspeicheldrüse (Pancreas). — 7 Ausführungsgang des Pancreas.

Ein Mensch von obengenanntem Gewichte sondert in 24 Stunden über 1½ Kilo (3 Pfund) Speichel in die Därme ab; in diesem Speichel sind nur 15.5 Gramm (3⅔ Quentchen) fester Stoffe enthalten.

*) Ein Mensch von 70 Kilo (140 Pfund) Körpergewicht hat: 40 Kilo (80 Pfund) Muskelfleisch, — 7 Kilo (14 Pfund) Haut und Fett, — 5—6 Kilo (10—12 Pfund) Blut, — 9 Kilo (18 Pfund) Knochen, — 8—10 Kilo (16 bis 20 Pfund) Herz, Drüsen, Gehirn. (Reclam, „Buch der vernünftigen Lebensweise". Leipzig und Heidelberg, 1876.)

Ferner liefert die „Leber" täglich $1\frac{1}{2}$ Kilo (3 Pfund) Galle, mit nur 60 Gramm (4 Loth) festen Stoffen, und $\frac{3}{10}$ Kilo ($\frac{3}{5}$ Pfund) Pancreas-Saft fließt aus der „Bauchspeicheldrüse" in den Dünndarm. Der „Magen" (Fig. 1) sondert aus seinen zahlreichen Labdrüsen (Fig. 2) fast

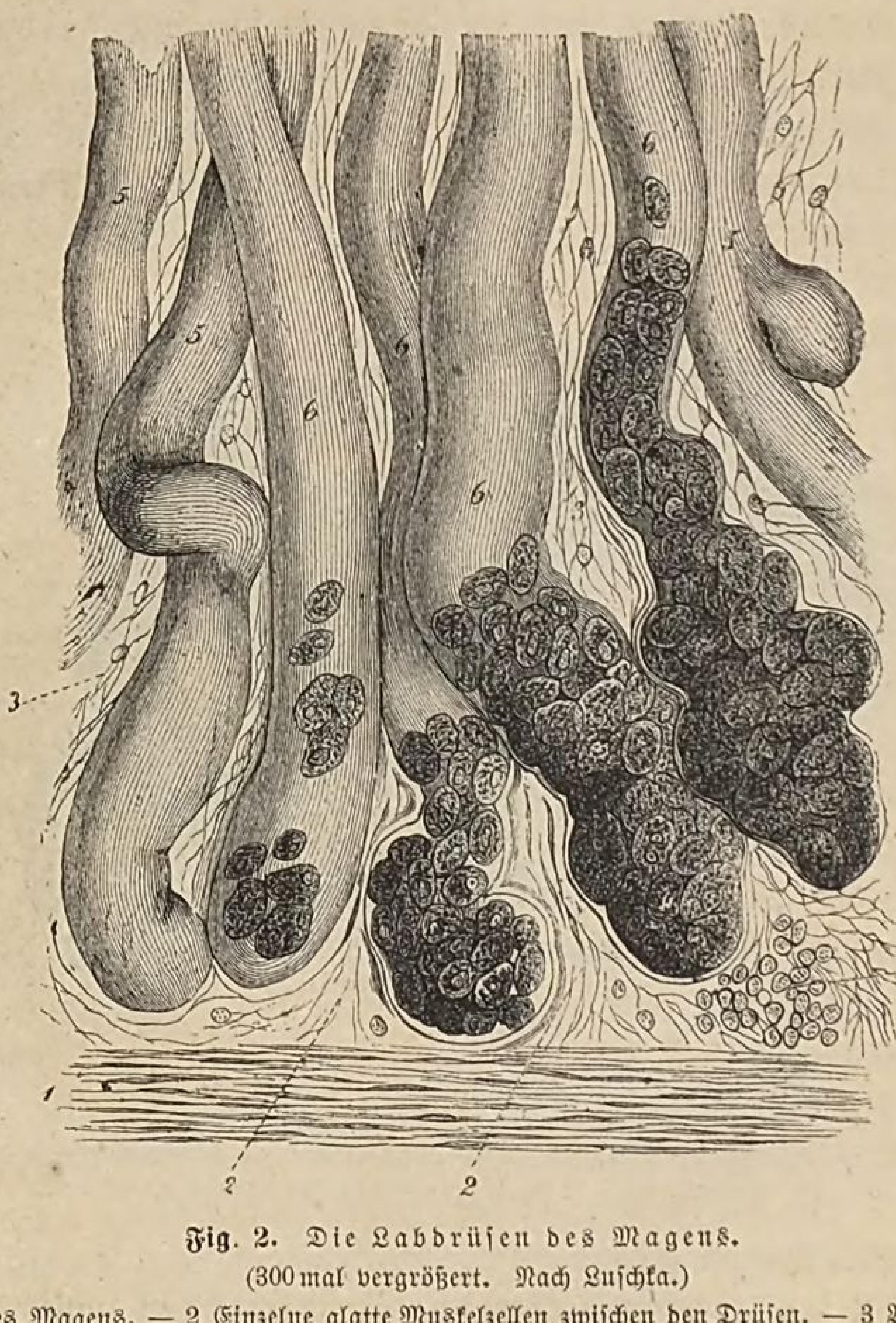


Fig. 2. Die Labdrüsen des Magens.
(300mal vergrößert. Nach Luschka.)
1 Muskel des Magens. — 2 Einzelne glatte Muskelzellen zwischen den Drüsen. — 3 Bindegewebe. — 4 Einzelne Körperchen, den Lymphzellen ähnlich. — 5 Leere Labdrüsen. — 6 Labdrüsen mit „Labzellen" theilweise gefüllt.

$6\frac{1}{2}$ Kilo (13 Pfund) Magensaft ab, und aller Wahrscheinlichkeit nach beträgt die Menge des Darmsaftes, welcher aus dem Blute der sich vielfach verästelnden „Gekrös-Pulsader" (Fig. 3) vom Darme abgesondert wird, eine ebenso große Menge.

Bei 70 Kilo (140 Pfunden) Körpergewicht werden also täglich über 15 Kilo (30 Pfunde) Verdauungssäfte abgesondert; mithin geht binnen 24 Stunden mehr als der vierte Theil des Körpergewichtes aus dem Blute in den Darm über und tritt aus diesem (als Lösungsmittel der Nährstoffe) wieder in das Blut zurück. — In den erwähnten Verdauungssäften ist etwa $^1/_{60}$ der festen Stoffe, und $^1/_3$ des Wassers enthalten, welche unser Körper besitzt.

Die Flüssigkeitsmenge, welche die „Lymphgefäße" (vorwiegend aus den Körperorganen) in das Blut ergießen, kommt der ganzen Blutmasse in 24 Stunden gleich, beträgt also beim angegebenen Körpergewichte 5 bis 6 Kilo (10—12 Pfund).

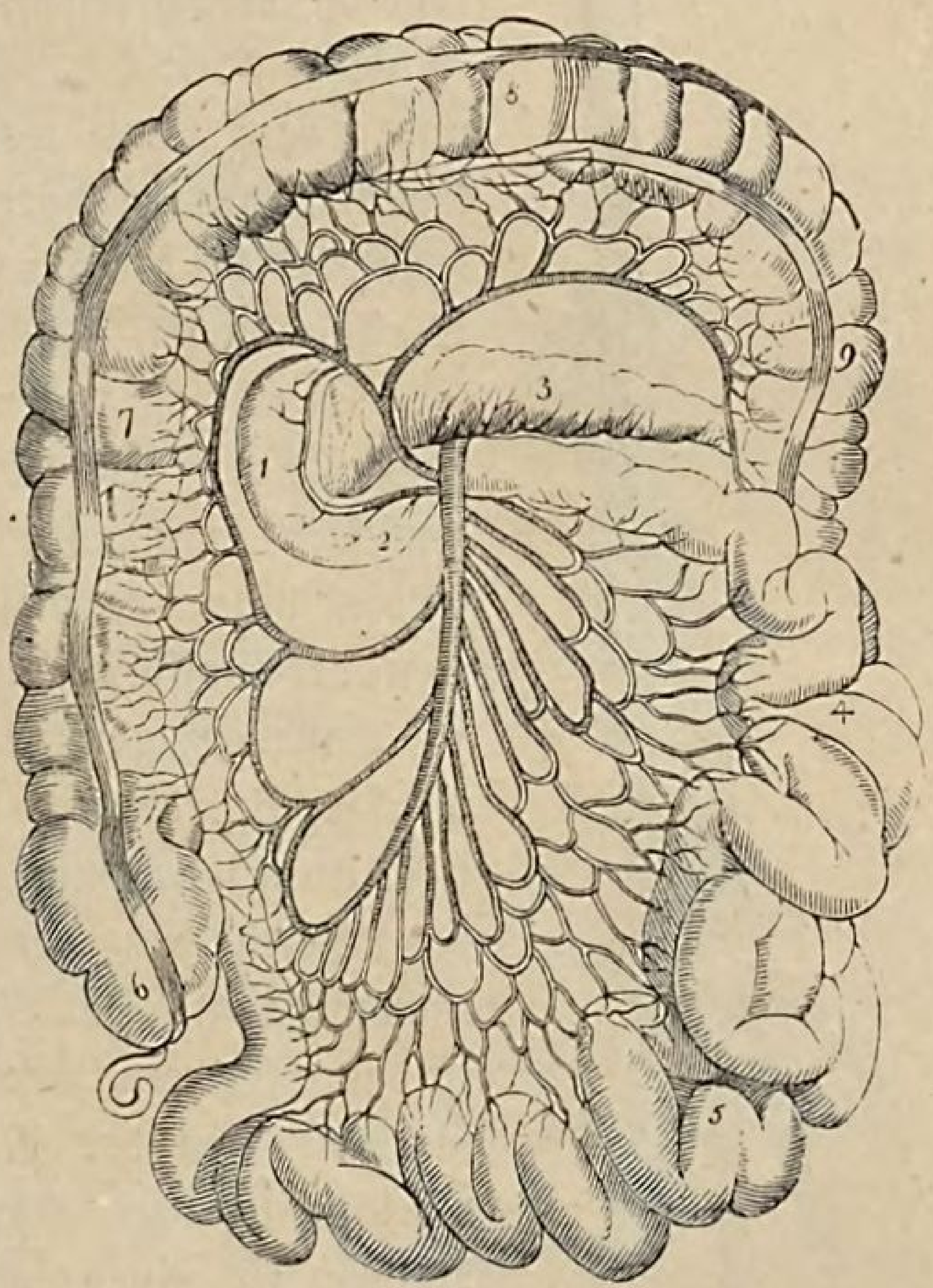


Fig. 3. Die Verästelung der Gekrösadern.
1, 2 Zwölffingerdarm. — 3 Bauchspeicheldrüse. — 4, 5 Dünndarm. — 6, 7, 8, 9 Dickdarm.

Der Flüssigkeits-Umtausch endlich, welcher zwischen „Blut" und „Organen" stattfindet, ist noch nicht bestimmt worden, doch dürfte er mindestens soviel betragen, wie die Menge der Verdauungssäfte. Dies wird glaubhaft erscheinen, sobald man sich erinnert, daß die Muskeln allein über die Hälfte unseres Gewichtes ausmachen, daß sie zu den blutreichsten Organen gehören und daß ein lebhafter Umsatz der Stoffe in ihnen stattfindet. Nicht minder nehmen die übrigen Weichtheile am Umsatze des Wassers Theil. Machen sie doch die Hauptsache des Körpergewichtes aus, von welchem die „Knochen" nur den 7. Theil betragen. Man braucht nur die „Knochen" des Armes (Fig. 4) mit dem mit seinen „Weichtheilen" noch versehenen Arme (Fig. 5) zu vergleichen, um von der Wahrheit dieses Verhältnisses überzeugt zu sein.

Es beträgt also die Menge der Flüssigkeit, welche durch den *inneren* Stoffwechsel binnen 24 Stunden bewegt wird, bei einem Menschen, der 70 Kilo (140 Pfund) wiegt, etwa 20—30 Kilo (40—60 Pfund), *also die Hälfte vom Gewichte des ganzen Menschen*; — während die Menge dessen, was er täglich genießt an Speise und Trank, und was er täglich in Ausleerungen entfernt, d. h. der *äußere* Stoffumsatz, je 3—3 ½ Kilo (*also nur den zwanzigsten Theil des Körper*gewichtes) ausmacht. Um so viel bedeutender ist die *innere* Stoffbewegung.



Fig. 4. Die Knochen des rechten Arms. (Nach Luschka.)
1 Oberarmknochen.
2 Speiche (Radius.)
3 Ellenbogenbein (Ulna).
4 Handwurzel.
5 Mittelhand.
6 Finger.

Daß vorzugsweise dem *Wasser* hierbei ein wichtiger Antheil zukommt, darf den Werth des Umsatzes nicht mindern. Das Wasser ist das allgemeine Lösungsmittel, — in der Natur, wie im lebenden Körper; Wasser ist eines unserer wichtigsten Nahrungsmittel; Wasser bestimmt in gewissem Grade die Leistungsfähigkeit unserer Organe und die Form unseres Körpers. Wer sich das Aussehen magerer, durch ungenügenden Wassergenuß und geringe Kost herabgekommener Leute vergegenwärtigt, der wird zugeben müssen, daß z. B. die Formen ihres Gesichtes große Aehnlichkeit haben mit einem

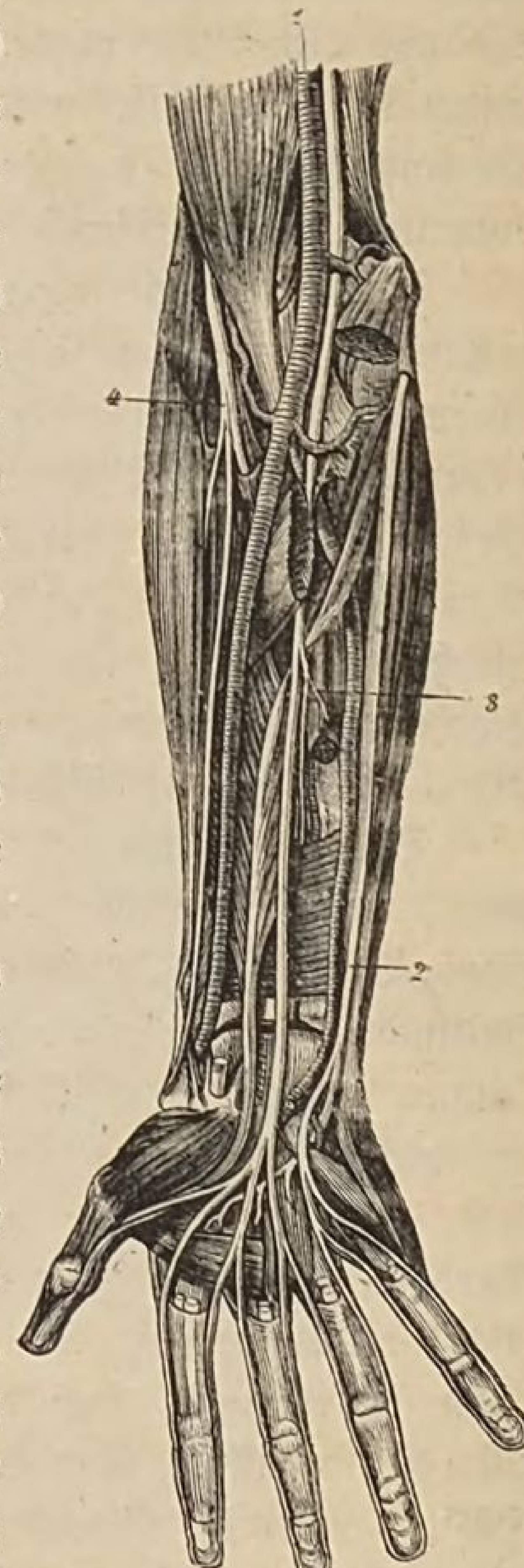


Fig. 5. Der rechte Arm mit Muskeln, Nerven- und Blutgefäßen. (Nach Luschka.)
1 Pulsader des Arms.
2 Ellenbogennerv.
3 Mittlerer Nerv.
4 Speichennerv.

Präparate der äußeren Schicht der Gesichtsmuskeln, weil durch die von Wasser- und Fettmangel dünner gewordene Gesichtshaut die Gestalt der einzelnen Muskeln sich kenntlich macht. Aber diese Personen sind in der Regel auch schwächlich, zur Arbeit nicht tüchtig, schnell ermüdend, mürrisch, theilnahmlos; kurz, — sie verhalten sich wie Greise, deren körperliche Eigenthümlichkeit sich ebenfalls durch Verringerung des Wassers und des Stoffwechsels auszeichnet. So wichtig sind beide für Körperform und Leistungsfähigkeit. —

Die vorstehend angegebenen Procentsätze bleiben sich für jeden gesunden Körper gleich, so daß man für jeden Erwachsenen aus seinem Gesammtgewichte mit Hülfe einer einfachen Rechnung die Größe der einzelnen Stoffbewegungen erfahren kann. Man vermag außerdem mit der Waage die Mengen an Speise und Trank zu bestimmen, deren er in 24 Stunden bedarf. Die Menge der Nahrungsmittel, welche bei richtiger Auswahl derselben zur Versorgung des Lebens „hinreicht", beträgt den 20sten Theil des Körpergewichts. Durch Ruhe und Erwärmung des Körpers von außen (also Aufenthalt im Bett bei Krankheit) wird das Speisebedürfniß bedeutend verringert und durch Anstrengung und Kälte (z. B. durch Nachdenken, körperliche Arbeit, Aufenthalt im Freien auf Reisen) beträchtlich vermehrt.

Diese von der Wissenschaft gewonnenen Resultate lassen sich in vielfacher Weise praktisch verwerthen. Die Inspektoren der Zuchthäuser, Siechhäuser und anderer öffentlicher Anstalten besitzen hierdurch ein Mittel, das häufige Murren der Pfleglinge über ungenügende Kost zu beurtheilen; sie brauchen nur das Gewicht der Klagenden mit dem Gewichte ihrer Nahrung zu vergleichen: wenn letztere zusammen nicht wenigstens $1/20$ des Körpergewichts ausmacht, ohne daß jedoch hierbei die Kartoffeln einen bedeutenden Antheil zur Ausfüllung des Gewichtes erhalten, und wenn die Stoffe nicht richtig gemischt sind, so daß die eiweißartigen Nährstoffe (Faserstoff des Fleisches, Eiweiß, Käsestoff) mindestens $1/5$ bis $1/4$ jener andern Nährstoffe ausmachen, welche, wie es scheint, vorwiegend zur Wärmeentwicklung unseres Organismus nützen (wie alle stärkemehlhaltigen Speisen nebst Fett, Zucker und Gummi), so müssen die Klagen als begründete gelten. — Nicht minder wichtig ist diese Thatsache für Auswanderungsschiffe. Ein amerikanisches Gesetz z. B. regelt nicht nur den Raum, welcher für die einzelnen Passagiere genügt, sondern bestimmt auch die Vorräthe. Da hiernach wöchentlich ein Tag vorkommt,

an welchem jeder Passagier 2 Pfund Kartoffeln zu seiner Nahrung erhält, so ist dies gleichbedeutend als ob das Gesetz wöchentlich einen „Fasttag“ vorgeschrieben hätte. Um durch Kartoffeln uns die genügende Menge Nährstoffe zu gewähren, müssen sie in Beziehung auf ihren Gehalt an Stärkemehl in dreifacher Menge gegenüber Linsen, Erbsen und Bohnen ausgetheilt werden; ihr Gehalt an eiweißartigen Nährstoffen aber ist so gering, daß erst die zehnfache Menge Kartoffeln denselben Nahrungswerth bietet wie einfache Quantität von den genannten Hülsenfrüchten.

Auch aus dem täglichen Leben können wir ein zwar unwichtiges, aber sehr beweiskräftiges Beispiel entlehnen. Personen, welche sich einen großen Hund anschaffen, der etwa der Nachfolger eines zu seinen Vätern versammelten kleinen Wachtelhundes wird, beklagen sich gewöhnlich über die Gefräßigkeit des neuen Lieblings. Würden sie sein Gewicht mit dem seines Vorgängers vergleichen, so würden sie erkennen, wieviel er mehr Nahrung bedarf, und sie könnten sich dann selbst antworten, ob das Thier der Gefräßigkeit oder sie der Kargheit anzuklagen seien.

Die Landwirthschaft hat sich schon lange dieser Thatsache bemächtigt, indem sie nach Menge und Auswahl drei verschiedene Fütterungsansätze aufstellt. Das geringste Futter ist das sogenannte „Beharrungsfutter“, bei welchem die Thiere, wenn sie ruhig im Stall gehalten werden, weder abmagern noch zunehmen, sondern bei ihrem ursprünglichen Gewicht verharren und sich gesund befinden, wenn sie im übrigen die ihnen gehörige Pflege erhalten. Zugthiere dagegen erhalten nach Maßgabe ihres Körpergewichtes eine größere und an Eiweißstoffen reichere Futtermenge, das „Arbeitsfutter“; und will der Landwirth, daß ein Thier neue Körperbestandtheile anlege, daß es größer werde, wachse und gedeihe, so reicht er ihm das „Mastfutter.“ — Längst weiß man auch, welchen Einfluß auf die Nahrungsbedürfnisse die Körpergröße des Thieres hat; deßhalb sind die großen Cochin-China-Hühner als eine kostspielige Hühnerart in Verruf gekommen und kleinere Hühnerrassen allgemein eingeführt worden. Bei Landwirthen dagegen, welche diese Thatsache nicht gehörig beachten, findet man die kleinen Pony-Pferde meistens übermäßig genährt und feist, während die großen Pferde desselben Hofes die Form der Rippen durch die Haut erkennen lassen. Die Futtermenge war eben für die kleineren Thiere ein Mastfutter, während sie für die großen nicht einmal als Beharrungsfutter ausreichte.

Aber nicht nur auf das Gedeihen des Körpers hat die richtige

Menge der Zufuhr Einfluß, sondern durch den Körper auf den Charakter des Individuums. Menschen und Thiere werden durch mehrmaliges aber nicht zu oft wiederholtes und nicht zu lang andauerndes Hungern mürrisch und verdrießlich; sie beurtheilen dieselbe Angelegenheit weit milder mit vollem als mit leerem Magen. Nach fortgesetztem Darben dagegen entsteht Trägheit, Muthlosigkeit, Dummheit, Feigheit. Wer erkennt nicht in diesen Wirkungen die traurigen Ursachen für die Eigenthümlichkeit des Proletariats, welches entweder durch augenblickliche Noth wüthend gemacht wird, oder das nach anhaltendem Hunger in Theilnahmlosigkeit versinkt, aus dem sich wieder emporzuhelfen ihm die Fähigkeit fehlt. Umgekehrt aber erfrischt reichliche Zufuhr von Nährstoffen nur kurze Zeit, macht aber bei längerem Andauern entweder auch träge und theilnahmlos oder übermüthig und unbändig; das Haferstechen gilt nicht nur von Pferden, sondern findet sich auch bei Menschen.

Wenn also der Stoffwechsel solche umbildende Einflüsse auf den Körper äußert, vermöchte man ihn da nicht als Arznei zu gebrauchen, um den kranken Körper in einen gesunden umzubilden? Gewiß vermag man das. „Gesundheit" ist nichts anderes als regelmäßiger, richtig von statten gehender Stoffwechsel; „Krankheit" beruht immer auf einer Störung des Stoffwechsels, entweder in einem einzelnen Theile des Körpers oder im gesammten Organismus. „Heilung" heißt nichts anderes, als die Störung des Stoffwechsels beseitigen und einen regelmäßigen wieder hervorrufen. Die richtige Diät für Kranke besteht also keineswegs immer in Entziehung der gewohnten Speisen nach Menge und Auswahl, sondern ist viel häufiger eine reichliche Sättigungskur, als ein halbes Hungern. Der methodischen Anwendung aber steht die Eigenthümlichkeit des Menschen entgegen, daß ihm verbotene Früchte am süßesten schmecken. Gerade wie auf Schiffen nie der Durst größer ist, als wenn es knapp mit den Wasservorräthen zu werden beginnt, so haben die Kranken just gerade dann Appetit nach heißer Suppe und heißem Kaffee, wenn sie der Arzt darauf aufmerksam macht, daß diese hohen Temperaturen ihrem Hals und Magen schädlich sind. Hier liegt der Hauptgrund, weßhalb in Heilanstalten häufig günstigere Erfolge erzielt werden können als im Privathause. In den öffentlichen Anstalten hat der Arzt den Schlüssel nicht nur zum Arzneischranke, sondern auch zur Speisekammer und sein Wort ist Gesetz; in der Familie ist man gegen die Wünsche des Kranken nachsichtig und das Wort des Arztes ist nur guter

Rath; man weiß ja aber, daß in der Regel guter Rath nur erbeten und ertheilt wird, um nicht befolgt zu werden. Würde er beachtet, würde von Jugend auf eine vernünftige Lebensweise geführt, so daß der Grad der Zufuhr und Ausfuhr nach der Höhe der Funktionen des Körpers in Bezug auf Anstrengungen geregelt würde, während man gleichzeitig dafür sorgte, daß in den Zimmern so gute Luft wäre als im Freien, und daß die Hautpflege nicht vernachlässigt würde, so könnte man nicht nur das Leben der Einzelnen gesunder, kräftiger und länger dauernd machen, sondern man vermöchte die menschliche Rasse zu verbessern, ein Geschlecht von Riesen zu erziehen.

Wie wahr das ist, hat die Erfahrung nachgewiesen. Wir sprachen vorher nur vom Stoffwechsel des Erwachsenen und von den Bedürfnissen des Erwachsenen an Nahrungsstoffen. In der Kindheit sind diese Bedürfnisse ungleich höher; denn das Kind bedarf nicht ein „Beharrungs“- oder ein „Arbeits-Futter“, sondern, weil es wachsen muß, ein „Mastfutter.“ Nicht immer und nicht von allen Eltern kann ihm dies gereicht werden; wenn Theuerung ist, so darben nicht nur die Erwachsenen, auch dem Säugling und dem kleinen Kinde wird weniger Nahrung gereicht. Die Folgen davon zeigen sich bei der Rekrutenaushebung; überall findet man kleine, untermäßige, schwächliche Rekruten in den Jahren, in welchen eine Altersklasse sich stellt, deren erste Lebensjahre unglücklicherweise in eine Zeit der Theuerung fielen. (d.) Verlangt man noch einen schlagenderen Beweis für die Wichtigkeit der Stoffeinführung und des Stoffwechsels?

Bei den Thieren hat man mit Bewußtsein und Absicht den Stoffwechsel benutzt, um die Rassen zu bessern; sollte dies nicht auch bei den Menschen möglich sein? Hat man nicht bei Schafen mit Hülfe des Stoffwechsels aus Thieren mit kurzer harter Wolle endlich eine Nachkommenschaft erzielt, deren weiches Vließ dem Gespinnste der Seidenraupe gleicht? Hat nicht der englische Pachter Bakwell es unternommen, in seinem Lande allmählig neue Hausthierrassen zu bilden, welche sich jetzt als sogenannte Vollbluthiere durch Schönheit und Gefälligkeit der Formen auszeichnen und welche für je einen speciellen Gebrauch eine so vollkommene Körperbildung besitzen, daß sie auf Erden ihres Gleichen nicht haben? Nach 15jährigen Versuchen züchtete er eine Rasse von Ochsen, deren Kopf, Füße und Hörner klein, deren Brust, Lenden und Muskeln aber so stark entwickelt waren, daß sie für sich mehr als $^2/_3$ vom ganzen Gewicht des Thieres ausmachten; der Fleischverbrauch galt

bei diesen Thieren als Hauptsache. Ferner züchtete er jene großen, den Elephanten ähnliche Pferde, welche die gewichtigen Porterfässer durch die Straßen Londons ziehen und welche dem Fremden wie Ungethüme aus einer früheren Schöpfungsperiode vorkommen; hier handelte es sich um Kraft, um große Muskelmassen und daneben wurde durch scharfsinnige Benutzung der äußeren Verhältnisse das Rennpferd auf den entgegengesetzten Gipfel eigenthümlicher Form gebracht, um (an Schlankheit und Leichtigkeit der Formen dem Windhunde ähnlich) schon in seiner äußeren Erscheinung auf den ersten Blick seine Bestimmung zum flüchtigen Laufe auszudrücken.

„Rühmt uns jetzt die mächtigen Colosse und alle jene Bildhauer, die dem Stein und Erz eine Form gaben; ist jener Bakwell nicht auch ein großer Bildhauer, ein bewundernswürdiger Künstler, der dem Leben Form verleiht, der nicht wie jene die todte, träge Masse ohne Reaction noch Widerstand, sondern der belebte Marmormassen meiselt, die man umformen muß bis in Blut, Nerven, Bewegung und Willen."

Rühmt uns aber jetzt noch die Resultate unserer heutigen Erziehung! Was der englische Pachter bei den Thieren vermochte, weßhalb sollten wir dies nicht auch am Menschen, am Kinde können? Gibt es einen schwereren Vorwurf für alle die, welche die erste Kindheit beaufsichtigen, als den traurigen Nachweis, daß fast $^1/_3$ aller Kinder in den ersten Lebensjahren stirbt? Und die Mehrzahl der Ueberlebenden, welche in Folge ungesunder Luft und unpassender Nahrung scrophulös, schwindsüchtig, an Herzkrankheiten leidend sind, klagen sie nicht wegen Mangel an Erkenntniß physischer Thatsachen die Zeitgenossen an? Um wieviel großartiger hätte der Culturgang des menschlichen Geschlechtes seinen Weg nehmen können, wieviel zahlreichere Erfahrungen hätten unsere Einwirkungsfähigkeit auf die uns umgebende Schöpfung vermehrt, um wieviel bedeutender hätte noch der Triumph des menschlichen Geistes werden können, wenn statt des schwächlichen Geschlechtes, das wir heute bilden, ein kräftiger Stamm von ungebeugtem Muth und Kraftgefühl durch seine That den Beweis geliefert hätte, wie wahr und scharfsinnig die alten Philosophen die menschliche Natur beobachteten, als sie den Ausspruch thaten, daß nur in einem gesunden Körper ein gesunder Geist wohnen könne. —

Vermittler des Stoffwechsels ist das Blut. Dasselbe besteht aus einer durchsichtigen Flüssigkeit, in welcher runde, rothe Scheiben, die sogenannten Blutkörperchen, schwimmen. Die Blutkörperchen sind so klein, daß man sie nur mit Hülfe des Mikroskops zu sehen ver-

mag; sie machen etwa den dritten Theil der ganzen Blutflüssigkeit aus und geben als Gesammtausdruck ihrer Färbung der ganzen Blutflüssigkeit scheinbar eine rothe Farbe. Die Blutkörperchen sind vornehmlich die Träger des für uns so wichtigen Sauerstoffs, dessen Austausch zwischen Lunge und Körper sie vermitteln. Während das Blut in seinem beständigen Kreislaufe durch kleine, äußerst dünnwandige Gefäßröhren in der Lunge fließt, saugen die rothen Blutscheiben aus der eingeathmeten Luft Sauerstoffgas ein und geben dafür das in ihnen befindliche Kohlensäuregas an die Luft ab, in und mit welcher es bei dem Ausathmen aus dem Körper geschafft wird. Mit Sauerstoff erfüllt, hellroth geworden, schwimmen die Blutkörperchen, vom Blutstrome getragen, nach den Haargefäßen in Haut, Zellgewebe, Muskel, Knochen, Drüsen und dort empfangen sie die bei der Function dieser Theile frei gewordene und nun denselben schädliche „Kohlensäure“, um dafür den nothwendigen Lebenserhalter „Sauerstoff“ abzugeben; zu gleicher Zeit tauschen sie ihre hellrothe Färbung in eine dunkle, oft dem Violetten nahe kommende Farbe um. Wie gewaltig aber dieser Wechsel der Gase im Innern des Körpers ist, kann man sich vorstellen, wenn man bedenkt, daß der Umlauf des Blutes im Kreise durch Lungen und Körper so energisch von statten geht, daß eine Minute die zu seiner Vollendung mehr als genügende Zeit ist, binnen welcher die Blutflüssigkeit auf ihrem Kreislaufe eine und dieselbe Stelle zweimal berührt. Wir werden später sehen, wie die Leistung der Muskeln und der Nerven von diesem Wechsel der Gase wesentlich abhängt, wie aber auch unter bestimmten Verhältnissen eine Mäßigung des durch das Blut

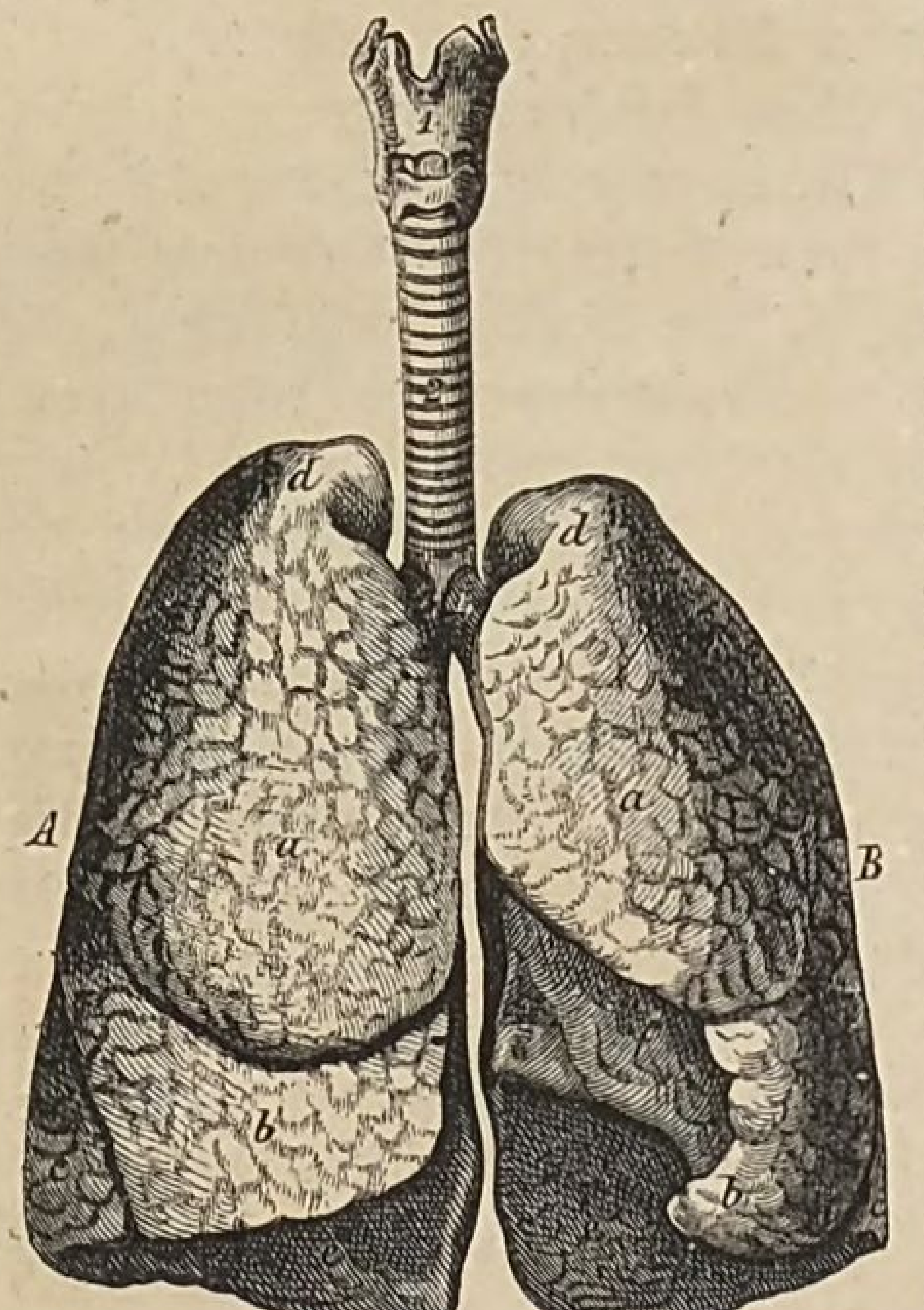


Fig. 6. Die Lungen, von vorn gesehen. 1 Kehlkopf. — 2 Luftröhre, — von welcher 3, der rechte, und 4, der linke Luftröhrenast in A die rechte, und B die linke Lunge führen. — f Raum, in welchem das Herz gelegen. (Nach Luschka.)

gehenden Sauerstoffstromes die Leistungsfähigkeit des Organismus zu erhöhen vermag. (e.)

Während die Blutkörperchen den Stoffwechsel des Sauerstoffgases über sich genommen haben, ist die durchsichtige Flüssigkeit (Blutserum) die Trägerin der „festen Stoffe", welche sie in aufgelöster Form in sich enthält und hierdurch deren Umsatz und Austausch im Körper vermittelt, so wie der von den Organen ausgehauchten Kohlensäure. Die letztere gibt sie in der Lunge (Fig. 6) an die den inneren Hohlraum der Lunge erfüllende eingeathmete Luft ab (Fig. 7); die Blutflüssigkeit saugt die Nährstoffe von Magen (Fig. 8) und Darm (Fig. 9) aus in sich auf, nachdem die Verdauungssäfte die nährenden Bestandtheile aus den Nahrungsmitteln aufgelöst und in flüssige Form umgewandelt haben. Mit diesen nährenden Flüssigkeiten gesättigt fließt das Blut nach allen Körpertheilen und Organen hin. Während nun die Blutkörperchen den Sauerstoff an die Bestandtheile unseres Körpers liefern, übernimmt die Flüssigkeit den Auswechsel der Nährstoffe, sowohl derjenigen, durch welche der Körper wächst und ernährt wird, als derjenigen, welche zur Erwärmung des Körpers dienen.

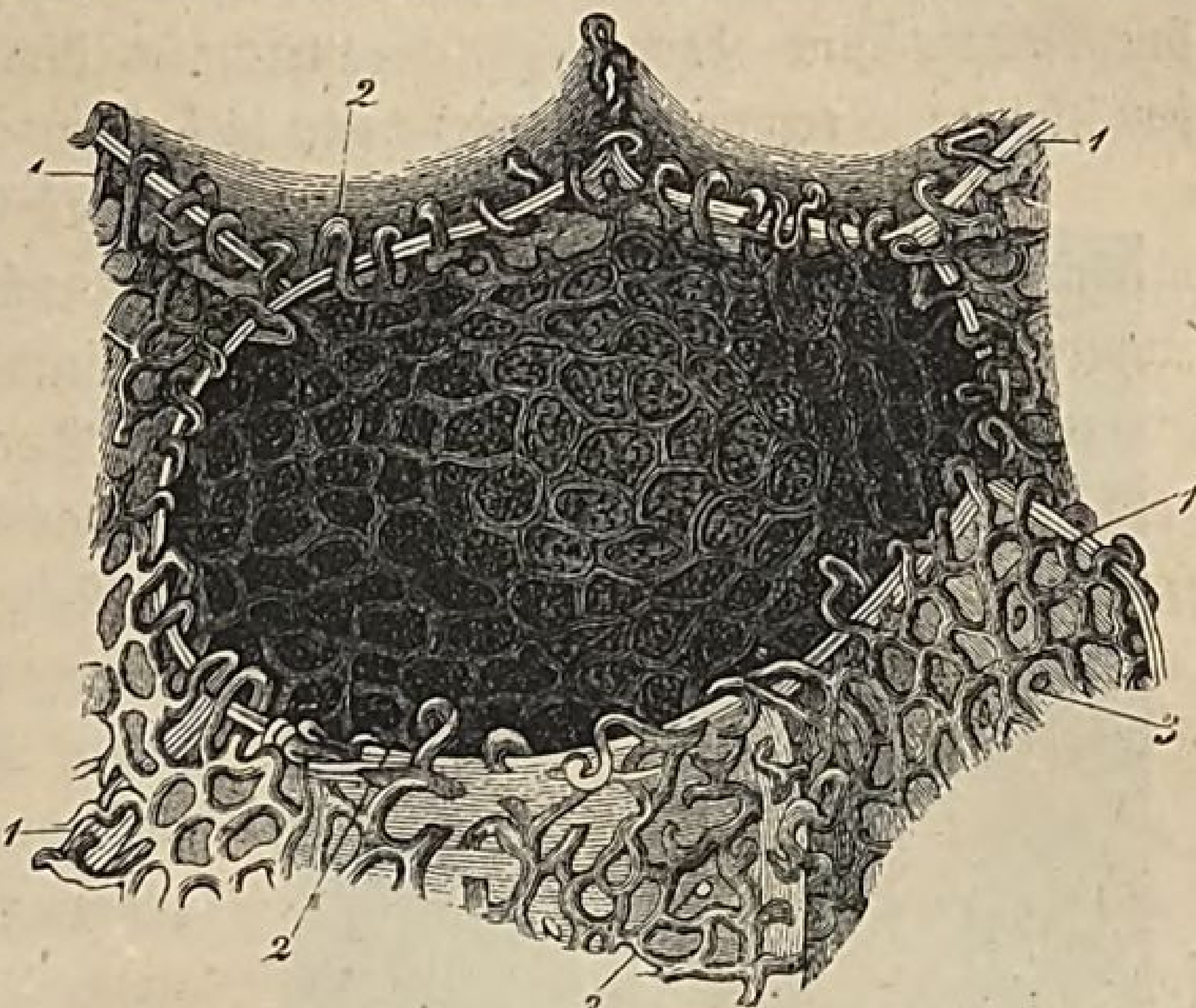


Fig. 7. Das dichte Netz der feinsten Blutgefäße in der Lunge. (30 Mal vergrößert. Nach Luschka.) 1 Gewebe der Lunge. — 2 Feine Blutgefäße. — 3 Kerne, in dem Lungengewebe.

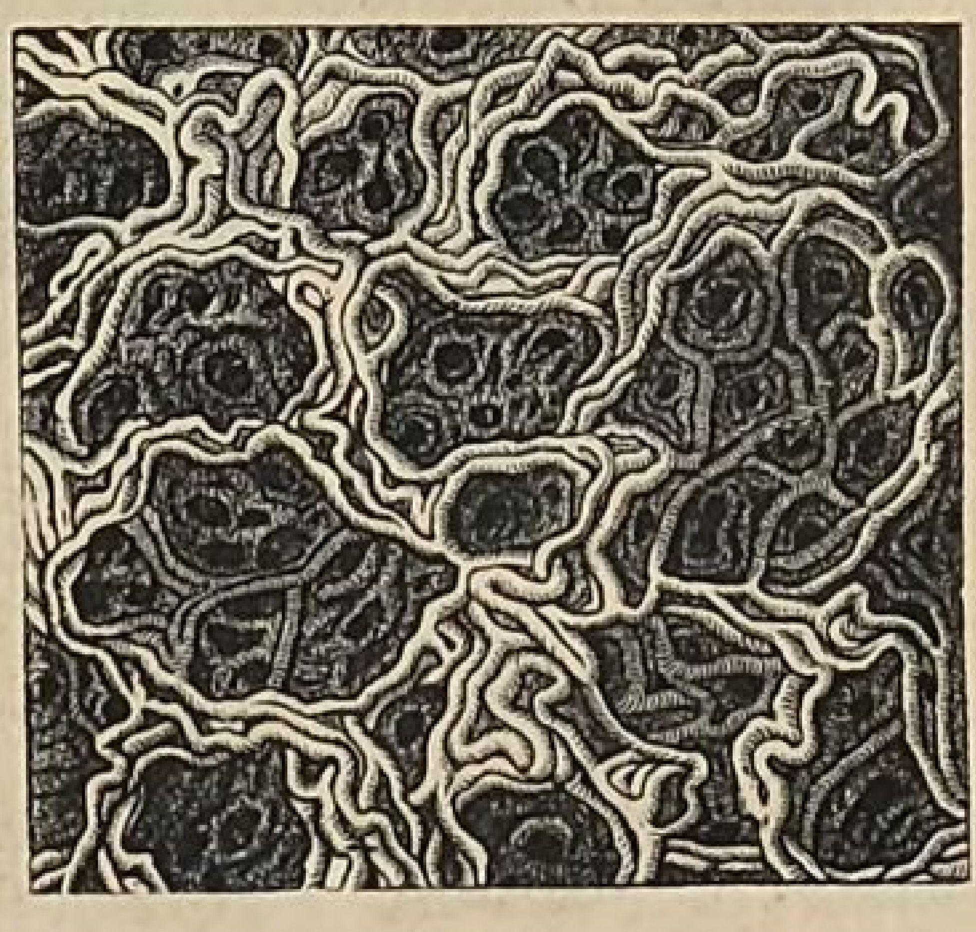


Fig. 8. Blutgefäße der Magenschleimhaut. (70 Mal vergrößert. Nach Luschka.)

So ist das Blut Vermittler und Träger des Stoffwechsels. Aber auf welchem Wege, durch welche Hülfsmittel vermag es dies? Hier zeigt sich die erhabene Größe, die wunderbare Einfachheit der Naturgesetze. Wie der Stoffwechsel an sich ein

einfaches Mittel genannt werden muß, welches durch bedeutende Wirkungen sich auszeichnet, so ist auch wiederum das Mittel, welches den Stoffwechsel zu Stande bringt, im höchsten Grade einfach, — ja es dient sogar dasselbe Hülfsmittel für beide Arten des Umtausches: für die *Einnahme* der Nährstoffe in das Blut, — wie für die *Abgabe* derselben an die in Thätigkeit gewesenen Körpertheile und für die *Aufsaugung* der durch die Thätigkeit unbrauchbar gewordenen Stoffe. Lernen wir dieses Hülfsmittel kennen.



Fig. 9. Darmzotten des Menschen und ihre Blutgefäße. (100 mal vergrößert. Nach Luschka.) 1 Chylusgefäße. — 2 Blutgefäße.

Durch die ganze Natur findet sich das *Gesetz der Ausgleichung* der Unterschiede. Was zu einer Art gehört, also in der Hauptsache einander ähnlich ist, im Einzelnen aber ungleichartig, das fühlt sich angezogen und gelangt zur Harmonie durch gegenseitigen Austausch seiner Unterschiede. Wie bei den Magneten ziehen sich überall Nordpol und Südpol einander an; die gleichnamigen Pole aber stoßen sich ab. Nach diesem Gesetze äußern sich die Wahlverwandtschaften, so auf geistigem Gebiete zwischen Freunden, wie in der Materie zwischen chemischen Stoffen.

Bringt man verschiedene Gase (z. B. Sauerstoff und Kohlensäure) neben einander, nur durch eine feuchte Haut geschieden (z. B. die Haut der feinsten Blutgefäße), so gleichen sie durch die Haut hindurch ihre Verschiedenheiten aus; der Sauerstoff nimmt so viel Kohlensäure in seinen Raum auf, und umgekehrt der die Kohlensäure enthaltende Raum empfängt so viel Sauerstoff, daß nach einiger Zeit zu beiden Seiten der feuchten Haut eine Ausgleichung stattgefunden hat und vollständig gleichartige, mit einander übereinstimmende Gemenge der beiden Gasarten sich befinden. Nach diesem Gesetze gleicht sich die Menge des Sauerstoffs und

der Kohlensäure in der eingeathmeten Luft innerhalb der Lungen und in den Blutkörperchen innerhalb des Blutes aus, wenn auch letztere noch außerdem in besonderer Weise mitwirken. Man erkennt aber sofort, daß nur eine reine (sauerstoffreiche) Luft beim Athmen diesen Ausgleich gehörig bewirken kann, und daß deshalb möglichst reine Luft in Wohnungen und Städten ein dringendes Bedürfniß zur Erhaltung des Stoffwechsels ist!

In gleicher Weise, wie zwischen den verschiedenen Gasen, hat auch das Gesetz der Ausgleichung Macht und Gültigkeit zwischen Lösungen fester Stoffe.

Füllt man ein Glas bis zum Rande mit einer Lösung von 8 Theilen Salz in 100 Theilen Wasser, verschließt dasselbe durch Ueberbinden einer Blase und setzt es in ein großes Gefäß, dessen Inhalt aus 2 Th. Salz zu 100 Th. Wasser besteht, so werden lebhafte Strömungen aus der schwächeren Salzlösung des Gefäßes in die stärkere des Glases und umgekehrt stattfinden. Nach einigen Stunden findet man sowohl im Glase als im Gefäße eine vollständig übereinstimmende Salzlösung von mittlerer Stärke, also zu 5 Th. Salz auf 100 Th. Wasser. Die Salzlösungen von ungleicher Stärke gleichen sich durch eine feuchte Haut hindurch aus. Dabei beobachtet man aber noch eine andere Erscheinung; die Blase nämlich, welche das Glas verschließt, bleibt nicht platt und eben, sondern erhebt sich wie ein Uhrglas über dem Inhalte, zum Beweise, daß dieser an Menge zugenommen hat. Die Strömung aus der schwächern Salzlösung in die stärkere geht mit größerer Energie von statten, als umgekehrt. — Ganz unter denselben Erscheinungen gibt sich das Gesetz der Ausgleichungen verschiedener Lösungen auch dann kund, wenn man die Lösung eines „Alkali" mittelst feuchter Haut von einer mit „Säure" versetzten Flüssigkeit trennt. Die beiden chemischen Gegensätze, welche, von dem Zuge der Wahlverwandtschaft geleitet, sich gegenseitig anziehen, um in der Harmonie eines neuen Gebildes zu verschmelzen, gleichen sich ebenfalls durch eine feuchte Haut hindurch aus, und zwar so, daß die Säure mit stärkerem Zuge zu der alkalischen Flüssigkeit dringt, als diese zur sauren. (f.)

Diese höchst einfachen Thatsachen sind im Allgemeinen Hülfsmittel der wichtigsten Stoffwechselvorgänge im menschlichen Körper.

Die Blutflüssigkeit ist „alkalisch" in allen Theilen des Körpers; die gelösten Nährstoffe im Verdauungscanale dagegen reagiren

„sauer", — was im Magen durch den sauren Magensaft bewirkt wird, — im Darme, wo die Verdauungssäfte alkalisch sind, durch saure Gährung des Speisebreies, welcher namentlich die zuckerhaltigen Flüssigkeiten anheimfallen. Indem also die „alkalische" Flüssigkeit des Blutes (durch die äußerst dünnen Wandungen der feinen Blutgefäße getrennt) in den Darmwänden an den „sauren" Lösungen der Nährstoffe vorüberfließt, dringen diese, dem Gesetze der Ausgleichung gemäß, in das Innere der Blutgefäße ein, und so wird das Blut mit den Nährstoffen versehen, welche es nach allen Theilen des Körpers behufs Zellenbildung, Wachsthum und Erwärmung hinträgt. (Wir werden später sehen, welche andere Mittel noch außerdem zur Aufsaugung der Nährstoffe dienen.)

Mit jener wunderbaren Einfachheit der Hülfsmittel, welche sich in allen Naturvorgängen dem erstaunten Auge des Beobachters kund gibt, wird auf die nämliche Weise auch die in den Organen verbrauchte Materie aus diesen entfernt. Der Stoff, welcher bei der Thätigkeit der Organe zersetzt wurde, auf dessen Kosten sich bei der Zersetzung die Kraft entwickelt hat, gleichsam die Schlacke der Körpergewebe, besteht in Säure; die Flüssigkeit in ruhenden Organen ist alkalisch, die Flüssigkeiten in Organen, welche in angestrengter Thätigkeit gewesen sind, reagiren sauer. Da nun das Blut behufs der Ernährung durch alle Organe hindurchfließt, so hat es Gelegenheit, diese Säure in sich aufzunehmen.

Ein lehrreiches Beispiel für die Vorgänge des Stoffwechsels sind unsere Muskelfasern. Wir wissen, daß sie bei ihrer Zusammenziehung (d. h. also bei jeder Bewegung, welche wir machen) 1) Wärme entwickeln, 2) Sauerstoff verbrauchen und Kohlensäure abscheiden, 3) die zwischen ihren Fasern befindliche alkalische Flüssigkeit in eine (durch Gehalt an Milchsäure) saure verwandeln. Bei dem Verkehre zwischen den Muskeln und dem Blute findet also das Gesetz der Ausgleichung in doppelter Beziehung Anwendung; einmal tauscht die Muskelfaser für die von ihr entwickelte Kohlensäure von den Blutkörperchen Sauerstoff ein, den diese in der Lunge aufgenommen haben, — daneben aber setzt sich der saure Muskelsaft mit dem alkalischen Blutserum ins Gleichgewicht, gibt seine unbrauchbaren Stoffe ab und erhält neue Nährstoffe. Je schneller die saure Flüssigkeit aus unseren Muskeln entfernt wird, um so schneller weicht der Zustand der „Ermüdung." (g.) —

Wenn aber von allen Theilen des Körpers saure Flüssigkeit in das alkalische Blut übergeht, so müßte dieses ebenfalls sauer werden und

hierdurch seine Fähigkeit, aus dem Körper Stoffe in sich aufzusaugen, verlieren, wenn nicht auch innerhalb der Blutflüssigkeit ein unausgesetzter Stoffwechsel stattfände, welcher im beständigen Wandel die in das Blut eingetretenen Stoffe verändert und die Blutflüssigkeit in ihrer Zusammensetzung in jedem Augenblicke von neuem verjüngt.

So ist also der Stoffwechsel durch unsern ganzen Körper hindurch verbreitet; in jedem Theile desselben wogt die Materie in beständigem Wirbel, werden die Atome durcheinander geschleudert, wird unausgesetzt der große Kampf des Lebens gekämpft: der Kampf um die Ausgleichung der Gegensätze. —

Gewiß hat die heutige Naturwissenschaft Recht, wenn sie den Stoffumsatz im Innern der lebenden Körper (von welchem wir vorläufig nur die äußeren Umrisse betrachtet haben!) auf das genaueste im Einzelnen zu verfolgen sich bemüht, wenn sie ihn in den Vordergrund aller Betrachtungen stellt, und wenn das aufmerksame Auge der Forscher sich auf ihn beständig richtet. Ist doch der Stoffwechsel nicht nur Bedingung jeder Lebenserscheinung, jedes Vorganges im lebendigen Organismus, sondern zugleich auch die Grundlage jeder unserer Körperthätigkeiten, jeder uns bekannten Geistesäußerung, jeder höchsten wie geringsten Bestrebung. Das Wunder, welches Moses verrichtete, als er den Fels wandelte in lebendige Fluth, wird stündlich, wird in jedem Augenblicke in uns erneut: der Stoff setzt seine ruhenden Spannkräfte um in lebendige Kraft, in Geist. Je lebhafter der Stoffwechsel, je größer die Möglichkeit geistiger Thätigkeit.

Weßhalb lernen Kinder leichter als Erwachsene? Weßhalb sind ihre Bewegungen schneller, aber auch von geringerer Ausdauer, als die unsern? Weil der Stoffwechsel bei ihnen rascher und energischer von statten geht.

Was ist das Geheimniß, der einst so gesuchte Stein der Weisen, welches Runzeln und Beschwerden des Alters fern hält und die Jugendzeit ausdehnt bis in spätere Jahrzehnte? Es ist die Erhaltung eines lebhaften Stoffumsatzes durch richtigen Wechsel von Bewegung und Ruhe, durch Einführung genügender Mengen von Sauerstoff, von Speise und Trank in den Körper, durch Pflege der Hautthätigkeit und durch Erfrischung des ganzen Organismus mittelst geistiger Regsamkeit und Arbeit. Die Möglichkeit geistiger Anmuth hängt ab von dem Gefühle eines gesunden Körpers, d. h. also eines solchen, in welchem der Umsatz der Stoffe in genügender Weise von statten geht.

Was endlich macht manche Greise altersschwach, gleich unfähig zum Denken wie zum Heben schwerer Lasten? Was macht sie stumpf und von hartnäckigem Trotz? Was verleiht ihnen jene Magerkeit, die sich durch eckige Formen und Falten des Antlitzes ausspricht? Es ist die Verlangsamung des Stoffwandels, die verringerte Verdauung, Aufsaugung und Ausscheidung der Stoffe, welche ebenso Abnahme der Körperkraft und der geistigen Frische hervorruft, wie der rege Austausch das Gegentheil.

Wenn wir also im Stoffwechsel die Grundlage aller Lebenserscheinungen erkennen, so muß die Kenntniß dieser Vorgänge auch die Grundlage der „Lehre vom Leben": der Physiologie, sein.

Die Physiologie will die Lebenserscheinungen beschreiben und erklären. Ihre Aufgabe ist es, die eigenthümlichen Vorgänge kennen zu lernen, welche den lebenden Menschen vom todten unterscheiden, — diese Vorgänge zu beschreiben, auf ihre gesetzmäßigen Regeln zurückzuführen und nachzuweisen, wie dieselben ihre Ursachen haben: im Baue des menschlichen Körpers, — in der Mischung seiner Bestandtheile, — in dem allen Naturkörpern gemeinsamen Verhalten.

Die Hülfsmittel zur Beurtheilung der Lebensvorgänge sind, wie bei allen Naturerscheinungen, sinnliche Wahrnehmungen. Diese werden zur Beobachtung, sobald der Vorgang mit bewußter Aufmerksamkeit in seinen Einzelheiten verfolgt wird; beobachtet man aber die Erscheinungen unter bestimmten, mit Absicht vorher ausgewählten Verhältnissen (Experiment, Versuch), so legt man der Natur gleichsam „Fragen" über die Lebensvorgänge vor, und die Art und Weise, in welcher die Erscheinungen dann verändert werden, zeigt die „Antwort" der Natur auf diese Fragen. Aufgabe der Wissenschaft ist es nun, solche Antworten richtig zu deuten.

Ertheilen die Naturvorgänge auf viele einander ähnliche „Fragen" regelmäßig eine übereinstimmende „Antwort", so läßt sich das Gemeinsame der Erscheinungen in ein Naturgesetz zusammenfassen. (Ein solches ist das S. 16 besprochene „Gesetz der Ausgleichung".) Die heutige Physiologie hat erkannt: daß dieselben Naturgesetze in der belebten, wie in der unbelebten Natur walten — und daß die Lebenserscheinungen des menschlichen Organismus nicht etwa Aeußerungen einer einzigen „Kraft", der sogenannten Lebenskraft, sind, sondern daß dieselben Kräfte, welche Physik und Chemie kennen lehren, auch im lebenden Menschen

in Wirksamkeit treten. (Auch hiefür dient das Gesetz der Ausgleichung als Beispiel.)

Unsere Lebenserscheinungen bestehen in: geistiger Thätigkeit, — Sinnesempfindung, — Bewegung, — Ernährung, — Entwickelung. — Wir werden dieselben erklären, so weit es möglich ist, und werden es nicht verschweigen, wo der heutige Standpunkt der Erkenntniß noch keine Erklärung bietet. Die Lebenserscheinungen lehren nur das „Leben" kennen.

---

a. Alferus, lib. VI. Digestorum. — **b.** Santorio Santoro, zu Anfang des 17. Jahrhunderts Professor zu Padua, prüfte 30 Jahre lang an sich und Anderen die Schwankungen des Körpergewichtes, wog die Menge der Nahrung und der Ausleerungen, und entdeckte so die »unmerkliche Hautausdünstung.« — **c.** Bidder und Schmidt (in Dorpat), die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. (Mitau und Leipzig 1862). — **d.** Berichte der k. sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig; Fechner, Vortrag am 1. Juli 1864. — **e.** Robin, la possibilité de retardir l'activité respiratoire. Revue med. 1866. I. 275. — **f.** Jolly, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7, S. 83 — und Graham, Ann. de Chim. et de Phis. T. 29. p. 197. — **g.** Ranke, Chemische Bedingungen der Muskelermüdung. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1853. S. 422.) — In neuerer Zeit hat man Milchsäure und Kreatin als »Ermüdungsstoffe« bezeichnet, weil man im gesunden ausgeruhten Muskel erstere gar nicht, letztere nur in geringer Menge findet, dagegen im ermüdeten Muskel in um so grösserer Menge, je andauernder und anstrengender die vorhergegangene Thätigkeit des Muskel war. Bei Thieren konnte man »künstliche Ermüdung« herbeiführen, indem man ihnen Milchsäure theils in den Magen einführte, theils unter die Haut sprützte. (Preyer »Ueber die Ursache des Schlafes.« Stuttgart, Enke, 1877.) — Die Deutschen Irrenärzte haben diese Beobachtung zu Gunsten ihrer oft von Schlaflosigkeit heimgesuchten Kranken zu verwerthen gesucht. Der Berliner »Psychiatrische Verein« hat daher ein Schema aufgestellt, nach welchem die, bis jetzt sehr verschiedenen, Ergebnisse dieses neuen schlafmachenden Mittels zusammengestellt werden sollen. (Reclam's Zeitschr. »Gesundheit« 1877, Nr. 22.)

Das Gehirn des Menschen.

[Bewegungs- und Empfindungs-Nerven. — Ort des Empfindens. — Bewußte und unbewußte Bewegung. — Beziehungen des Hirnes zum Rückenmarke. — Wir denken, fühlen, wollen im Hirn. Beweise. — Das Kind mit zwei Köpfen. — Nervensystem und Gehirn der Thiere und des Menschen. — Bedeutung der Hirnwindungen. — Hirn-Pflege.]

„So bindet der Magnet durch seine Kraft
„Das Eisen mit dem Eisen fest zusammen,
„Wie gleiches Streben Held und Dichter bindet."
(Goethe, Tasso.)

Wenn wir Alles das eine „Entdeckung" nennen dürften, was wir Neues und uns Unbekanntes wahrnehmen, so könnte jeder Bewohner einer größeren Stadt auf den Ruhm eines „Entdeckers" Anspruch machen; denn er braucht nur entfernte Stadtviertel oder äußere Vorstädte zu besuchen, um neue, ihm völlig fremde Straßen zu sehen und (wenigstens für sich selber) zu entdecken. — Aehnlich ergeht es den meisten Laien in Bezug auf ihre irdische Wohnung: ihren eigenen Körper. Fast jede Mittheilung aus dem Gebiete der Physiologie ist für sie eine „Entdeckung". — Ungeheucheltes Erstaunen ergreift die Meisten, wenn sie hören, daß im Innern unserer Leibeshöhle sich Magen und Darm unausgesetzt bewegen, ohne daß wir doch diese Bewegung verursachen oder verhindern können, — ja sogar — ohne daß wir von ihrem Vorhandensein etwas wissen.

Wie anders ist das Verhältniß bei unseren eigentlichen Bewegungsorganen. Wenn wir einen Finger, einen Arm, ein Bein ausstrecken, — wenn wir den Hals drehen, oder sonst welche Bewegung mit Hülfe der Muskeln ausführen, — so geschieht das mit Bewußtsein und in der Regel mit Absicht. Aber die Bewegungen der Därme sind, ebenso wie die Tag und Nacht unausgesetzt stattfindenden Bewegungen des Herzens,

unserm Bewußtsein entzogen und werden ohne unsere Kenntniß, ohne unsere Absicht ausgeführt. Wir vermögen sie mit Hülfe des Willens unmittelbar weder zu beschleunigen noch zu verlangsamen.

Inmitten unseres Leibes tragen wir gleichsam noch einen zweiten. Der mit bewußter Absicht sich bewegende Körper umschließt einen künstlichen Mechanismus, welcher gleich einer Dampfmaschine im ruhigen Takte sich bewegt und fortarbeitet, ohne auf den andern Rücksicht zu nehmen, — aber auch ohne daß wir von seinem Zustande durch direkte Wahrnehmung eine Kenntniß erhalten könnten.

Wir nehmen in gesundem Zustande nichts vom Zustande unseres Innern auf direktem Wege wahr. Krankheit und Wohlsein des innern Organismus gibt sich uns durch allgemeine Wirkungen kund; aber die örtlichen Zustände desselben vermögen wir nicht mit Hülfe der Empfindung kennen zu lernen. Die schärfsten Gewürze, Senf, rother Pfeffer u. s. w., fühlen wir nur, so lange sie die Schleimhaut des Mundes berühren; sobald wir sie aber in den Magen hinabgeschluckt haben, nehmen wir höchstens in gesteigertem Appetite, in einer kleinen Aufregung, also nur durch allgemeine Zustände, ihre Wirkung wahr. So stark der rothe Pfeffer im Munde brannte, während der Verdauung fühlen wir nichts von ihm, obwohl er etwa 18 Stunden lang in unserem Innern bleibt.

Wie ganz anders ist dies bei der äußern Haut! Bringen wir mit dieser den Senf in Berührung, so wird uns der „Senfteig" schon nach einer halben Stunde unerträglich, und es ist kaum denkbar, daß irgend Jemand ihn freiwillig 18 Stunden lang in Berührung mit der Haut lassen sollte. Auf der äußern Haut können an sich schwache Gefühlsempfindungen sogar unerträglich werden. Wen hätte nicht schon einmal im Augustmonat, wenn ein Gewitter am Himmel stand, eine böswillige Fliege zur Verzweiflung gebracht, welche sich die Haut unseres Gesichts zu ihrem Spaziergange ausersehen? — So sehen wir also, daß bewußte Bewegung und Empfindung auf der äußeren Seite des Körpers vorzugsweise herrschen.

Was ist Grund der Bewegungen und der Empfindungen? — Diese Frage, einst das Problem der Wissenschaft, welches zu lösen die Astrologen und fahrenden Aerzte sich vergeblich anstrengten, läßt sich heute mit großer Bestimmtheit beantworten, Dank sei es den glorreichen Untersuchungen, welche der schweizerische Naturforscher Albrecht von Haller im vorigen Jahrhundert anstellte. Er war es, der den

Weg der Fragestellung an die Natur durch die Hülfe des naturwissenschaftlichen „Experimentes“ mit geistvoller Schärfe und Umsicht auf den thierischen Organismus anwandte, nachdem der englische Geistliche Hales durch seine Versuche an Pflanzen die Bahn gebrochen hatte. (a.)

Haller durchschnitt an lebenden Thieren die großen Körpernerven. Sobald durch diese Verletzung das anatomische Messer den Zusammenhang der Nerven getrennt hatte, verschwand in denjenigen Körpertheilen, in welchen sich der Nerv ausbreitet, sowohl Bewegung als Empfindung. Die Thiere vermochten nicht mehr das betreffende Glied zu rühren, wenn sie auch noch so sehr die Absicht dazu hatten, sondern dasselbe hing schlaff und erstorben am Körper. Sie hatten ferner keine Empfindung in ihrer äußern Haut, und wenn man sie kniff oder brannte, so schauten sie gleichmüthig den Verstümmelungen ihres Körpers zu, als ob etwas ihnen völlig Fremdes vorgenommen würde: weil der Schmerz sie nicht mehr von dem belehrte, was auf ihrer Haut geschah.

Aehnliches kann man auch am Menschen beobachten. Wenn durch einen Unglücksfall, durch Verwundung oder Schuß ein Nerv mitten in seinem Verlaufe an einer Stelle, etwa am Oberschenkel, zerstört worden ist, so hat der Kranke das Gefühl in den Theilen des Unterschenkels und Fußes verloren, nach welchen der Nerv hingeht. Das bei solchen Fällen sehr leicht eintretende „Wundliegen“ an der Wade und der Ferse mit nachfolgender tiefer Verschwärung, welches bei unverletztem Körper heftige Schmerzen bereitet, geht für ihn ohne unangenehme Gefühlswahrnehmungen vorüber. — Aber man beobachtet noch mehr. Gesetzt, in Folge der Verwundung müßte dem Kranken oberhalb der verwundeten Stelle das Bein abgenommen werden. Unser Kranker ergibt sich leicht in sein Schicksal, denn das gefühllose und bewegungslose Glied war ihm in den letzten Wochen eine Last geworden, von welcher er sich durch die Operation befreit fühlt. Die sorgfältig abgewartete Wunde am operirten Beinstumpfe beginnt nach einiger Zeit zu heilen, und wenn dann die Wundfläche durch Zusammenziehung des neugebildeten Narbengewebes sich verkleinert, erhält plötzlich der Kranke wieder Empfindungen in seinem kranken Fuße! Aber der Fuß ist abgenommen; — er ist schon längst begraben und der allgemeinen Zersetzung anheimgefallen. Nichts desto weniger beklagt sich der Kranke über ziehende Schmerzen an der Stelle, an welcher der Fuß sich ehemals befand. Er besteht darauf, daß zur Nachtzeit warme Kissen auf das nur in seiner Einbildung noch vorhandene

Bein gelegt werden, — weil er an diesem gegen Kälte ganz besonders empfindlich sei.

Diese seltsame Erfahrung eines gleichsam „gespenstischen" Körpertheiles macht der Chirurg an den meisten Amputirten; es handelt sich nicht um Einbildung der Kranken, sondern sie fühlen die Schmerzen wirklich und fühlen sie auf der angegebenen Stelle. Wie ist dies zu erklären? Ursache dieser Erscheinung ist die „Nervenleitung". — Durch unsern Organismus verbreiten sich die Nerven als gerade, ununterbrochene Fäden vom Gehirn und Rückenmarke aus strahlenförmig nach allen Theilen des Leibes; nur an ihren äußersten Enden sind sie empfindend und können sie Bewegung vermitteln; nur an ihren inneren Enden übergeben sie unserem Bewußtsein das Gefühl der Empfindung und empfangen von ihm den Befehl zum Ausführen der Bewegung. Wir haben uns gewöhnt, den von einem bestimmten Nerven erhaltenen „Gefühlsreiz" auf die Einwirkungen zurückzuführen, welche auf den Nerven an einer bestimmten Körperstelle stattzufinden pflegen. Diese Gewöhnung ist Sache der Erfahrung, und allmälig nur lernen wir sie. Das Kind weiß nicht, an welcher Körperstelle es Schmerz hat. Der sorgsame Beobachter überzeugt sich wiederholt von den Irrthümern, in welche es verfällt. Die „Erfahrungen" über die Vertheilung der Gefühlsnerven auf der Oberfläche des Körpers werden nur in so früher Jugend gesammelt, daß der Einzelne sich nicht mehr des Zusammenhanges erinnert, unter welchem er die Erfahrung zuerst gewann; sie werden aber auch so oft wiederholt, zu den verschiedensten Stunden des Tages und der Nacht, daß sie sich fest und sicher einprägen und daß uns endlich der „Irrthum" nicht mehr möglich ist. Dies erklärt die Gefühlstäuschung des Kranken. Die sich zusammenziehende Narbe drückt auf das durchschnittene Ende des Schenkelnerven und drückt hiebei auf diejenigen Nervenfäden, welche vor der Operation bis zum Fuße verliefen. Deßhalb meint der Kranke, ziehende Schmerzen und Kälte nicht in der Wunde oder der Narbe zu fühlen, sondern auf dem ehemaligen Endigungspunkt seiner Nerven: im Fuße.

Auch der Gesunde kann die gleiche Erfahrung an sich machen. Wer hätte nicht bereits an einer scharfen Kante sich den sogenannten „Wittwerstoß" an das „Mäuschen" (d. h. an den Ellenbogen) beigebracht, da wo ein Nerv des Armes nach innen neben dem Ellenbogenknochen liegt? Bei der plötzlichen schmerzhaften Empfindung, die auf diesen Stoß folgt (dem Eingeschlafensein eines Körpergliedes nicht unähnlich), fühlt man den

Schmerz nicht auf der Stelle, an welche man sich gestoßen hat, sondern am kleinen Finger und am Ringfinger, also auf den Stellen, an welchen der Nerv sich endigt. (Vergleiche Fig. 5, 2.)

Es ist hierdurch bewiesen, daß die Verletzung eines Nerven inmitten seines Verlaufs nur an der äußersten Stelle seiner Endigung wahrgenommen wird.

Durch Erkenntniß dieser Thatsachen hatte man allerdings einen nicht unbeträchtlichen Vorschub für Einsicht in das Nervenleben erhalten, allein noch besaß die Wissenschaft nur den allgemeinen Ausdruck „Nerven"; — noch vermochte sie die Nerven der „Empfindung" von denen der „Bewegung" nicht zu trennen. Es blieb dem Engländer Charles Bell vorbehalten, durch seine Experimente weitere Aufklärung zu gewinnen. Er durchschnitt einem Esel den unterhalb der Augenhöhle hervortretenden und zur Oberlippe sich verbreitenden Nerven und sah hierauf „Gefühllosigkeit" der Oberlippe eintreten. Einem andern Thiere durchschnitt er den unterhalb des Ohres hervortretenden und in den Muskeln sich verbreitenden Nerven; auf diese Operation verlor das Thier die „Bewegung" in den betreffenden Muskeln. Es war also die Thatsache gewonnen, daß die Nerven nicht „gleichzeitig" Bewegung und Gefühl vermitteln, sondern daß der eine Nerv die eine dieser Verrichtungen ausführt, — der andere Nerv die andere. —

Bei den Körpernerven war dieser Beweis schwerer zu führen, als bei den Nerven des Gesichtes, denn in ihrem Verlaufe durch den Körper sind die Empfindungs- und Bewegungsnerven mit einander gemischt und die feinen Fäden beider liegen dicht bei einander. Wer will es wagen, sie zu entwirren? Jeder wird sich von der Unmöglichkeit überzeugen, dies mit Hülfsmitteln unserer Augen und unserer Hände auf mechanischem Wege auszuführen, wenn er bedenkt, wie unendlich fein die Nerven unseres Körpers sind! Die dicksten einfachen Nervenfäden, welche wir kennen, betragen kaum ein Hunderttheil einer Linie, und die feinsten halten im Durchschnitt noch nicht ein Viertausendtheil. Man könnte also 1200 bis 50,000 der feinsten Nervenfäden dicht neben einander legen, bevor sie mit ihrem Querdurchmesser den Raum eines einzigen Zolles bedecken. Und doch sind die aus diesen unendlich feinen Fäden zusammengesetzten Nerven fingerdick, und manche blasse Dame, welche über ihre nervöse Constitution klagt und sich dabei nach dem alten Sprichworte „Nerven wie die Stricke" wünscht, ahnt nicht, daß

dieser Wunsch längst in Erfüllung gegangen ist, und daß an mehreren Stellen ihres Körpers die Nervenstränge wirklich die Dicke eines mäßigen Schiffseiles haben.

Welches Auge, wenn auch durch die besten Mikroskope unterstützt, welche Hand, wenn auch mit den feinsten mechanischen Hülfsmitteln arbeitend, soll im Stande sein, die vielen tausend Fäden eines einzigen Nervenstranges von einander bloßzulegen? Noch dazu liegen diese Fäden nicht locker und frei neben einander, sondern sie sind durch Bindegewebe unter einander verwachsen. Und endlich sind diese feinsten Nerven keine soliden, festen Fäden, sondern durchsichtige, feine Röhren mit einer Art Gallerte gefüllt, nicht allzu fest, sondern weich und leicht zerreißbar. Hier finden menschliche Kräfte und menschliche Kunstfertigkeiten ihre Hindernisse. Das anatomische Messer wird machtlos; nur das Experiment vermag mit seiner Schlußfolgerung den Lauf der Nerven zu verfolgen. —

In der angegebenen Weise haben die Experimente bewiesen, daß alle Nerven, wie die Fäden des elektrischen Drahtes nach einer Hauptstation, nach Rückenmark und Gehirn verlaufen und in diesen Centraltheilen sich vereinigen. Ihre Leitung ist aber verschieden; denn während die Bewegungsnerven vom Gehirn aus nach den Bewegungsorganen (Muskeln), also vom Mittelpunkt gegen die äußern Körpertheile hin ihre Leitung haben und niemals umgekehrt, — ist dagegen die Richtung, in welcher die Empfindungsnerven leiten, von außen nach innen von den Gefühlsorganen (Gefühlswärzchen der Haut, Sinneswerkzeuge) gegen den Mittelpunkt und gegen das Gehirn. In keinem andern Nervenorgane als im Gehirn (Fig. 10) vermag man Zeichen bewußter Wahrnehmung und bewußter Absicht aufzufinden.

Die unbewußten Bewegungen unserer Därme und des Herzens müßten daher ohne Zuthun des Gehirns ausgeführt werden, — wenn anders der soeben ausgesprochene Erfahrungssatz sein Recht behalten soll. In der That lehrt uns die Erfahrung, daß dem so sei. Alle jene ohne unser Wissen und ohne unsere Absicht sich bewegenden Theile unseres Organismus haben ihre eigenen kleinen „Gehirne" für sich in den Nervenganglien: jenen kleinen Anschwellungen, welche nicht nur in ihrer Form, sondern auch in ihren feinsten mikroskopischen Elementen mit dem Gehirn Aehnlichkeit haben, und welche bei manchen Thieren das Fehlen eines solchen ersetzen. Beim Menschen finden sie sich in

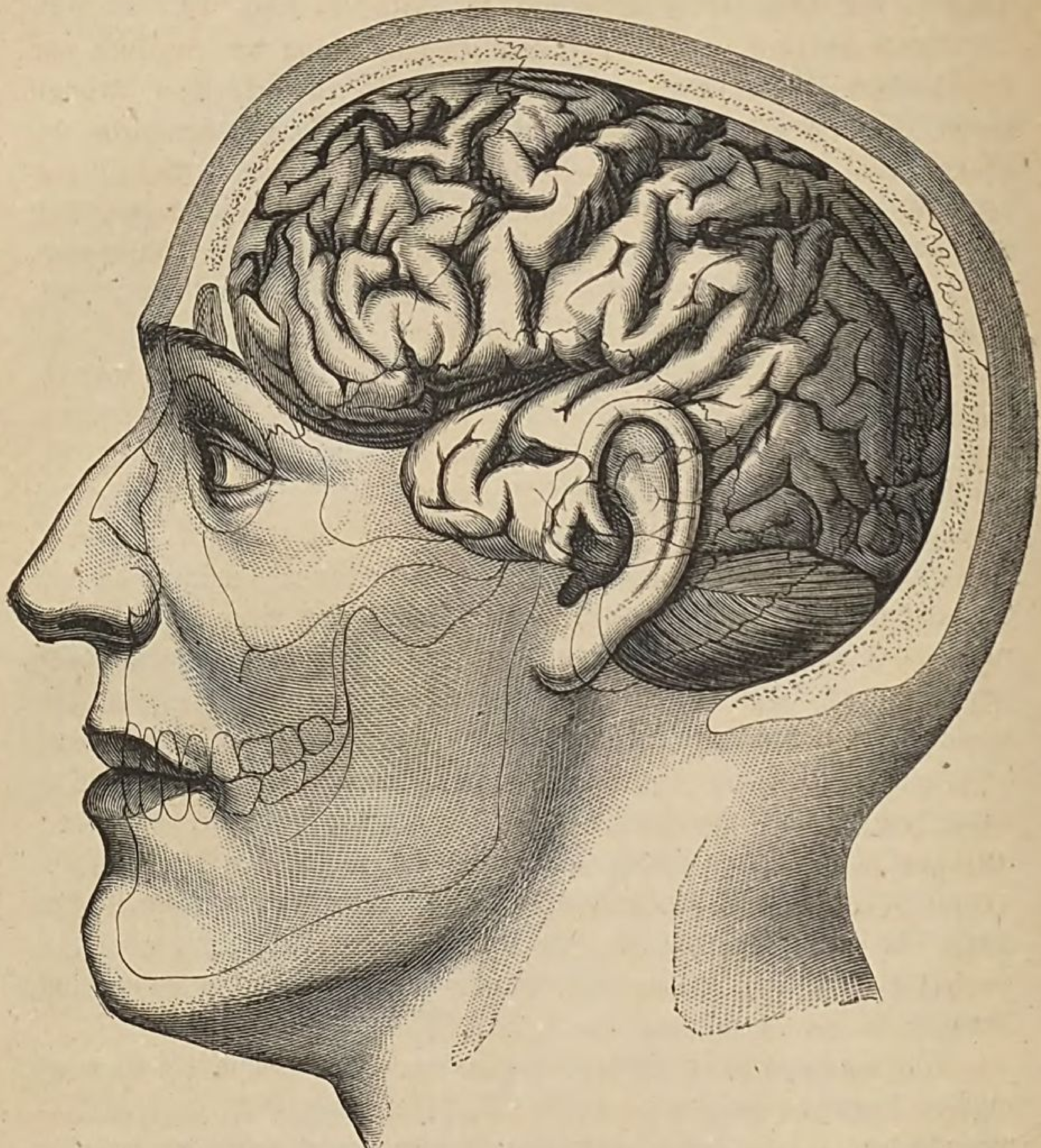


Fig. 10. Die Lage des Gehirnes im menschlichen Kopfe.

Der Kopf ist gezeichnet, als ob er durchsichtig wäre. Man sieht das Antlitz, die Gesichtsknochen, die Nähte der Schädelknochen und das Gehirn von der Seite; — die das Hirn umschließende Kapsel der Schädelknochen dagegen ist zur größeren Deutlichkeit in der Mittellinie von vorn nach hinten durchschnitten gedacht.

(Das „Gehirn" nach Reichert, das Uebrige nach der Natur.)

größter Anzahl im Innern der Leibeshöhle; nur wenige haben ihren Platz in der Nähe des Schädels und am Halse. — (Fig. 12.)

Während man im Gehirn den Zusammenhang der einzelnen und feinsten Nervenfasern unter einander, wie schon erwähnt, ihrer Feinheit wegen nicht zu verfolgen vermag und wahrscheinlich wegen der vielen die Untersuchung erschwerenden Nebenumstände, wie Valentin klagt: „noch nach Jahrhunderten nicht im Stande sein wird, eine klare Uebersicht über diesen wichtigen Theil der Anatomie des Nervensystems zu gewinnen," arbeitet man dagegen bei den Ganglien unter günstigeren Verhältnissen. Diese Organe sind klein (etwa von der Größe einer Linse), ungleich einfacher aufgebaut, als das Gehirn, und unsere Messer vermögen deßhalb Präparate zu liefern, welche unter dem Mikroskope deutlichere Anschauungen gewähren. (Fig. 11.) So sieht man denn die Ganglien aus jenen kleinen runden Zellen zusammengesetzt, welche man „Ganglionkugeln" genannt hat und welche mit den Nerven in der unmittelbarsten Beziehung stehen, so daß Nerven aus ihnen entspringen und eine gemeinsame Hülle von der Oberfläche der Ganglionkugel aus direkt auf den Nerven sich fortsetzt. Aehnliche Verhältnisse vermag man auch im Gehirn zu beobachten.



Fig. 11. Ein Ganglion (Nervenknoten), aus drei Nerven gebildet.
Man sieht in den drei Nervenstämmen a, b, c einzelne Nervenfasern so gezeichnet, daß man ihren Lauf verfolgen kann. Hier gehen je 3 Nervenfasern zu je einer „Ganglienkugel" (Nervenzelle) d, — in seltenen Fällen so, daß eine sich hier noch theilt: d*; — oder es geht nur eine Nervenfaser zur Ganglienzelle und endet in derselben: e, e. — Einzelne Ganglienkugeln liegen ohne nachweisbare Verbindung mit Nerven im Ganglion.

Wie diese Ganglien für die unserm Bewußtsein entzogenen Nerven der Eingeweide als Centraltheile und gleichsam als „kleine Gehirne" von untergeordneter Bedeutung thätig sind, so kann auch unser Rückenmark dem Bewußtsein entzogen werden und gleichsam als ein „Nervenganglion" in Kraft treten.

Dies beobachten wir bei jedem schlafenden Menschen, dessen Be-

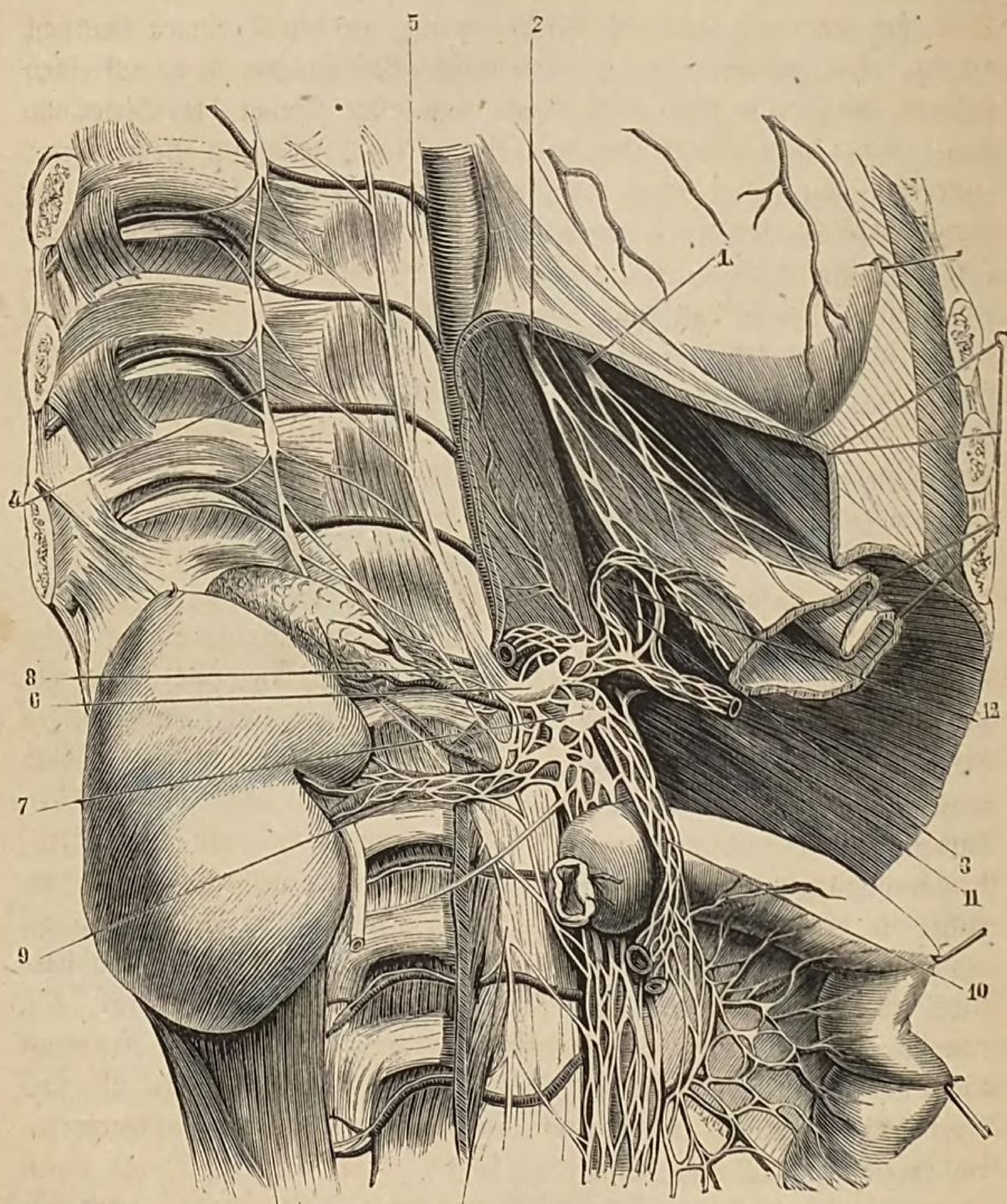


Fig. 12. Das Sonnengeflecht und das rechte halbmondförmige Ganglion. 1 Linker und 2 rechter Lungen=Magen=Nerv (auf der Speiseröhre unterhalb des Zwerchfelles). — 3 Ein Zweig dieser Nerven, der zu 6 dem rechtseitigen halbmondförmigen Ganglion tritt. — 7 Ein Ganglion. — 4 Die Ganglien des sympathischen Nerven. — 5 Großer, 8 kleiner Eingeweide=Nerv. — Nervengeflechte: 9 für die Nieren, — 10 für Gekröse und Darm, — 11 für die Milz, — und 12 für den Magen.

wußtsein für die Dauer des Schlafs erloschen ist, weil sein Gehirn ruht und ohne Thätigkeit im Schlafe verbleibt, — wenn man nicht auf das Spiel der Phantasie und der Rückerinnerung in den Träumen Rücksicht nimmt. Der Schlafende macht automatische Bewegungen, d. h. auf einen äußeren Reiz folgt ohne Bewußtsein und ohne Absicht die Bewegung. Kitzelt man einen Schlafenden mit einer feinen Feder im Gesicht, oder läuft ihm eine Fliege über das Antlitz, so zuckt er nicht nur mit den Gesichtsmuskeln, sondern häufig bewegt er auch seine Hand nach der Stelle hin, an welcher die Gefühlsnerven erregt wurden, und läßt sie wieder herabsinken, ohne deßhalb vom Schlafe zu erwachen. Es bleibt ihm keine Erinnerung von dieser Bewegung, denn er weiß nichts von derselben und führte sie nicht mit Absicht aus, — die Bewegung des Armes glich in diesem Falle der Bewegung unseres Darmes: sie war unwillkürlich und nur durch äußere Reize hervorgebracht: das Rückenmark vertrat die Stelle eines Nervenganglion.

Dasselbe beobachten wir an neugeborenen Kindern. Bei ihnen ist im Wachen das Hirn in einem nicht viel andern Zustande, als beim Erwachsenen im Schlafen. Aeußere Anregungen, äußere Reize bestimmen ihre Bewegungen, und das, was wir als Ausdruck der Freude oder des Schmerzes deuten, ist in den ersten Monaten mehr ein zufälliges Verzerren der Gesichtsmuskeln. Wärterinnen und Mütter haben deßhalb ganz Recht, wenn sie dem Säugling ein „dummes Halbjahr" als den ersten Anfang seiner Lebenszeit vorwerfen. Man vermag sogar mit dem Mikroskope wahrzunehmen, daß das Hirn des Neugeborenen noch nicht völlig entwickelt ist, sondern seine volle Ausbildung erst nach der Geburt erlangt, und nicht minder ist erwiesen, daß es seinen Verrichtungen gehörig vorsteht. Wie ließe sich das beweisen? Einfach und sicher dadurch, daß man zuweilen Kinder beobachtet hat, welche ohne Gehirn geboren wurden. Diese Mißgeburten, deren Schädel unvollkommen ist und denen das ganze Gehirn bis auf den obersten Theil des Rückenmarkes (das verlängerte Mark) vollständig fehlt, zeigen fast in Nichts einen Unterschied gegen andere gesunde Neugeborene. Unmittelbar nach der Geburt sieht man ihre Gesichtszüge in dieselben Falten gelegt, wie die Gesichtszüge anderer Neugeborenen, und jenen Ausdruck zeigen, welchen wir für Unbehaglichkeit deuten. Dann macht der Mund die gewöhnlichen ersten Saugbewegungen; beim Baden und Ankleiden schreien diese Kinder mit voller Stimme, ziehen Arme und Beine an, kurz, sie geberden sich

vollständig wie gesunde und völlig ausgebildete. Dennoch leben sie in der Regel nur kurze Zeit und fristen ihr Dasein nur selten über zwei Tage hinaus. Das unvollkommene Nervensystem, welches sie besitzen, ist ihrer Ernährung hinderlich; die Saugbewegungen sind zwar vorhanden, aber sie sind minder kräftig; das Schlucken geht schlecht von statten; ihre Ernährung liegt darnieder, weil die auf den Stoffwechsel direkt Einfluß ausübenden Nerven in Folge des Hirnmangels ungenügend zu ihrer Aufgabe befähigt sind; — kurz, am Schluß des ersten Tages beginnt die Körperwärme des Kindes zu sinken, dasselbe wird kälter und kälter, und stirbt im warmen Zimmer den Tod des Erfrierens nach etwa 40 Stunden. Man lernt also von ihm: daß das Rückenmark wohl die einzelnen Bewegungen eine Zeitlang zu vermitteln vermöge, — daß es aber, um der allgemeinen Ernährung des Körpers als „Centraltheil" vorzustehen, noch nicht die genügenden Eigenschaften besitze.

Vom Gehirn empfängt das Rückenmark den Befehl, bestimmte Bewegungen auszuführen, und daß dieser Befehl nicht nur für eine einzelne kurze Bewegung, sondern für eine Reihe zusammengesetzter Bewegungen gelten könne, das kann sowohl Jeder an sich wahrnehmen, als beim Experiment an Thieren. — An uns sehen wir dies, wenn wir spazieren gehen. Die ersten Schritte führen wir mit Absicht aus; allein sobald wir eine Zeitlang gegangen sind und guten Weg vor uns haben, denken wir nicht mehr an die Gehbewegungen, sondern diese geschehen unter der Herrschaft des Rückenmarkes fast ohne unser Wissen und Wollen. Deshalb ermüdet ja der schlechte und unebene Weg ebensowohl körperlich als geistig: weil wir unausgesetzt die Aufmerksamkeit auf die Bewegungen unserer Füße richten und die Stellen aussuchen müssen, auf welche wir dieselben setzen. Aus gleichem Grunde macht das Hinken nicht nur körperlich, sondern auch geistig müde. Durch Uebung kann das Verhältniß zwischen Rückenmark und Hirn noch günstiger sich gestalten und das Rückenmark an größerer Selbstständigkeit gewinnen. Hierfür sind die Virtuosen ein Beispiel. Das Kind, welches Klavier spielen lernt, muß sich schwer plagen, um seine Finger in regelrechter Ordnung und nach vorgeschriebener Weise auf die Tasten des Instrumentes gleich kleinen Hämmern aufzusetzen. Eine Scala von acht Tönen erfordert bei ihm mindestens einen achtmaligen Anstoß des Willens und eine achtmal gespannte Aufmerksamkeit. (Deshalb werden Kinder von den Unterrichtsstunden müde, und deshalb ist es Grausam-

keit und Thorheit zugleich, sie mit Unterrichtsstunden zu überlasten!) Aber allmälig ändert sich das Verhältniß. Dieselben Bewegungen werden immer wieder und immer wieder in gleicher Weise ausgeführt, das Kind gewöhnt sich an dieselben, es bedarf weniger Willen, um sie ins Werk zu setzen, und den höchsten Grad dieser „Gewöhnung" hat der Virtuose erreicht, welcher eine Reihe von kunstvoll gruppirten Noten nur mit einem Blicke zu überfliegen braucht, um sofort die Passage mit größter Geläufigkeit ausführen zu können. Es ist der Nutzen der „Etuden", diese Gewohnheit dem Virtuosen zu gewähren, so daß er nur eines geringen Willensanstoßes bedarf, um seine Finger in gewohnter Weise in Bewegung zu setzen. Der Vortragende ist nicht mehr genöthigt, Absicht und Aufmerksamkeit beim technischen Hervorrufen der Töne zu vergeuden, sondern kann sie auf den geistigen Gefühlsausdruck verwenden.

Endlich finden wir an Thieren ein ähnliches Beispiel. Nehmen wir eine hungernde Henne, streuen vor ihren Augen auf den Boden das gewohnte Futter aus und halten sie schonend an den Flügeln, so daß sie auf dem Boden steht, so wird sie durch ihre Bewegungen ihre Absicht äußern, nach dem Futter hinzueilen. Trennt man ihr in diesem Augenblick so schnell als möglich das Haupt vom Rumpfe, so läuft nichtsdesto weniger der kopflose Körper nach der Stelle hin, an welcher das Futter sich befindet: das Rückenmark hatte den vom Gehirn ihm überlieferten Willensanstoß behalten und führte nun die einmal angeregten Bewegungen aus. Bekanntlich war es der römische Kaiser Heliogabalus, welcher in dieser Weise auf der Rennbahn sich öffentlich belustigte; freilich ohne den wissenschaftlichen Zusammenhang seiner Belustigungen auch nur von fern zu ahnen. Er schlug Straußen, während sie im vollen Lauf waren, mit höchsteigener Hand kunstgerecht das Haupt ab und erfreute sich kindisch daran, daß die Thiere längere Zeit ihren Lauf noch fortsetzten.

Dieses Verhältniß zwischen Hirn und Rückenmark wissenschaftlich festzustellen, hat man sich auch des Experimentes bedient und folgende höchst interessante Versuche gemacht. Schneidet man einer Taube oder einer Henne unter gewissen Vorsichtsmaßregeln das Gehirn aus, so bleibt das Thier leben und erholt sich von der Operation; aber es ist ein ganz anderes Geschöpf geworden. Alle Sinneswerkzeuge fehlen ihm, nur eine schwache Spur des Gefühls ist noch vorhanden. Bewegungslos sitzt das Thier in den ersten Tagen auf einer Stelle; hörte man es nicht athmen,

so würde man es für ein ausgestopftes Thier halten. (Zum Trost gefühlvoller und in der Experimentalphysiologie nicht bewanderter Leser fügen wir hinzu, daß dieses Experiment keineswegs so grausam ist, als es auf den ersten Blick erscheint; die an sich sehr bedeutende und gewaltsame Operation wird ausgeführt, ohne daß das Thier dieselbe fühlt, weil man es vor der Operation künstlich betäubt. Nach der Operation fehlt dem Thier alle und jede Sinneswahrnehmung; es fehlt ihm, wie wir nachweisen werden, das Bewußtsein, mithin auch die Erkenntniß seiner Lage; und wir haben unser Experiment dann nicht mehr an einem Thiere, sondern nur noch an einer athmenden und verdauenden Maschine zu machen, deren Scheinleben wir künstlich fristen. Daß das Thier kein Gefühl und kein Bewußtsein hat, geht daraus hervor, daß es auf die stärksten Reize nicht mehr und nicht weniger reagirt, als auf schwache.) Wenn die Wunde gehörig verharscht ist, was bei Anwendung gewisser blutstillender Mittel bei Vögeln sehr schnell geschieht, so zeigen sie nun Bewegungen nach äußeren Anreizen. Stößt man sie an, so gehen sie ein paar Schritte; setzt man sie sich auf die Hand und bewegt sie mit dieser rasch nach unten, so thun sie einige Flügelschläge, als ob sie fliegen wollten. Vom ersten Tage an muß man sie künstlich ernähren und ihnen sowohl das nöthige Futter, als das Getränk durch den geöffneten Schnabel einflößen. Bei diesem Verfahren habe ich selbst wochenlang derartige Thiere beobachtet und trotz der bedeutenden Verstümmelung, welche sie erlitten hatten, bei einem gewissen Wohlsein zu erhalten vermocht. Nach einiger Zeit scheint es sogar, als ob einzelne dunkle Vorstellungen in ihnen wiederum aufstiegen. Daß die Thiere Bewegungen machen, als ob sie ihre Glieder putzen wollten, darf man nicht als Beweis einer solchen Vorstellung ansehen, wie andere Gelehrte dies gethan haben; denn wenn ich die Thiere vor der Operation sorgfältig mit kaukasischem Insektenpulver wiederholt einrieb und nach der Operation von Zeit zu Zeit mit der Tinktur dieses Pulvers beträufelte, so daß ich sicher war, daß kein Ungeziefer „Hautreize“ bei ihnen hervorbringen konnte, dann blieben auch immer die „Bewegungen“ des Gefiederputzens weg. Minder leicht erklärbar ist dagegen das zuweilen von ihnen ausgeführte Picken auf den Boden, als ob sie Futter auflesen wollten. Der Zustand des Magens beim Hungern scheint dasselbe hervorzurufen, wie wir später zeigen werden. — Am lehrreichsten ist der Vergleich zwischen einem gesunden und einem in der angegebenen Weise verstümmelten Thiere.

Streicht man dem gesunden Thiere irgend ein ihm unangenehmes Riechmittel (z. B. spirituöse Amoniaklösung) an die Nase, so sucht das Thier dasselbe abzuwischen, sucht zu entfliehen, weicht rückwärts und geräth endlich, wenn alle seine Bemühungen vergeblich sind, gewöhnlich in Wuth und sucht durch Beißen seinen Peiniger zu vertreiben. Die verschiedenen Thiere verhalten sich in dieser Beziehung nicht mit einander übereinstimmend, sondern zeigen vielmehr die individuellen Verschiedenheiten ihres Charakters. Ganz anders dagegen wird das Verhalten, wenn dem Thiere das Hirn fehlt. Die individuellen Charaktereigenthümlichkeiten fallen zunächst weg. Tauben, Hennen, Kaninchen verhalten sich eines wie das andere; nur Körpergröße und Alter machen einigen Unterschied. Die Bewegungen, welche die Thiere auf einen Reiz ausüben, sind äußerst gering. Alle führen die nämlichen Bewegungen aus, und dasselbe Thier zeigt unter gleichen Umständen immer wieder das gleiche Verhalten, kurz das Thier ist zum Automaten geworden; Bewußtsein, Absicht fehlen ihm, Wille ist nur in sehr geringem Grade vorhanden: das Rückenmark vermag den Mangel des Gehirns nicht zu ersetzen, es wirkt nur nach Art eines Ganglion.

Die angeführten Beobachtungen und Versuche ergeben mit Sicherheit die Herrschaft des Gehirns über das Rückenmark und dessen verschiedene Funktionen. Ihre Uebereinstimmung sowohl beim Menschen, als beim Thier beweist im Verein mit der in den Grundzügen übereinstimmenden anatomischen Gestaltung der Organe, daß man mit voller Berechtigung aus den Versuchen an Thieren auf die allgemeinen Gesetze des Nervenlebens beim Menschen einen Schluß zu ziehen vermag. Freilich ist die Enträthselung des Gehirnlebens und der in diesem Organe sich befindenden Verkettung zwischen Geist und Körper eine der höchsten, schwierigsten und letzten Aufgaben der Wissenschaft, deren Lösung nur allmälig und schrittweise im Laufe der Jahrhunderte erfolgen wird. Noch sind wir weit davon entfernt, alle Fragen genügend beantworten zu können, und nur Weniges ist sicher bewiesen. Zu diesem Wenigen gehört glücklicherweise der wichtigste Punkt, der Sitz des Bewußtseins in dem Gehirn. Wir glauben den Beweis schon durch Mittheilung der Versuche geführt zu haben. Allein man könnte einwenden, daß beim Experiment so außergewöhnliche Verhältnisse herbeigeführt werden, daß man nicht im Stande ist, aus diesem einen feststehenden Schluß auf den unverletzten Körper zu machen. Dies ist ein Einwand ohne Gewicht, wenn

man beim Experimente seine Schlußfolgerungen mit Vorsicht macht, und ohne sich dabei zu sehr in Einzelheiten zu verlieren. Wichtiger dürfte ein anderer Einwand sein, welchen Zweifelsucht erheben könnte, nämlich der: daß ein negativer Beweis keiner ist, und daß durch alle die vorstehenden Beobachtungen und Versuche nur bewiesen worden ist, daß das Bewußtsein im Rückenmark, oder in andern Nervenorganen fehle, wenn man das Hirn dem Thiere ausschneidet, oder wenn im Schlafe, oder kurz nach der Geburt, das Hirn noch unthätig ist; aber es ist noch nicht bewiesen, daß das Bewußtsein im Hirn allein sich vorfindet, wenn Rückenmark und andere Körpertheile fehlen oder unthätig geworden sind.

Diesen Beweis könnte man leicht durch ein Experiment führen. Man brauchte nur einem Thiere unterhalb der ersten Halswirbel den großen Rückenmarkskanal zu öffnen und ihm das Rückenmark auszuschneiden, dann würde es bewegungslos sein, aber die Empfindungen aller Sinneswahrnehmungen besitzen; sein Bewußtsein wäre vorhanden, es würde seine Lage erkennen, so weit ein Thier überhaupt diese Erkenntniß besitzt, und wäre nur außer Stande, irgend eine Aenderung dieser Lage herbeizuführen. Der Versuch ist so grausam, daß kein Forscher sich bis jetzt hat überwinden mögen, unnöthiger Weise auf solche Art ein Thier zu mißhandeln. Unnöthiger Weise, sagen wir, denn die Wissenschaft besitzt andere und bessere Beweismittel, und zwar in Beobachtungen an Menschen. Verletzungen des Rückenmarkes, namentlich in seinem obern Theile, gehören zu den schmerzhaftesten Wunden, welche es gibt; sie führen immer sicher zum Tode. So lange der Kranke aber noch lebt, hat der Arzt Gelegenheit, nicht nur die Krämpfe und andere Funktionsstörungen des Körpers, sondern auch das Geistesleben seines Kranken zu beobachten, und das letztere zeigt sich leider ungetrübt. Die Kranken erkennen ihre hülflose Lage; sie beschreiben genau die Schmerzen, die sie fühlen, und sie sind sich klar über die Bewegungslosigkeit ihrer Glieder und über die vergebliche Anstrengung, welche sie machen, die Bewegungsorgane wiederum unter die Botmäßigkeit ihrer Absicht zu bringen, — kurz, die Verletzungen des Rückenmarkes beeinträchtigen nur dessen Funktion, nicht aber das mit dem Gehirn in Verbindung stehende geistige Bewußtsein.

Endlich besitzt die Wissenschaft eine einzelne, aber höchst werthvolle Beobachtung eines rumpflosen Kopfes, ebenso wie man zahlreiche Beobachtungen des „hirnlosen Rumpfes" kennt. Die Geschichte eines mensch-

lichen Kopfes, welcher ohne Rumpf, ohne Körper geboren wurde, ist folgende. „Im Jahre 1783 wurde in Bengalen, unweit Calcutta, ein

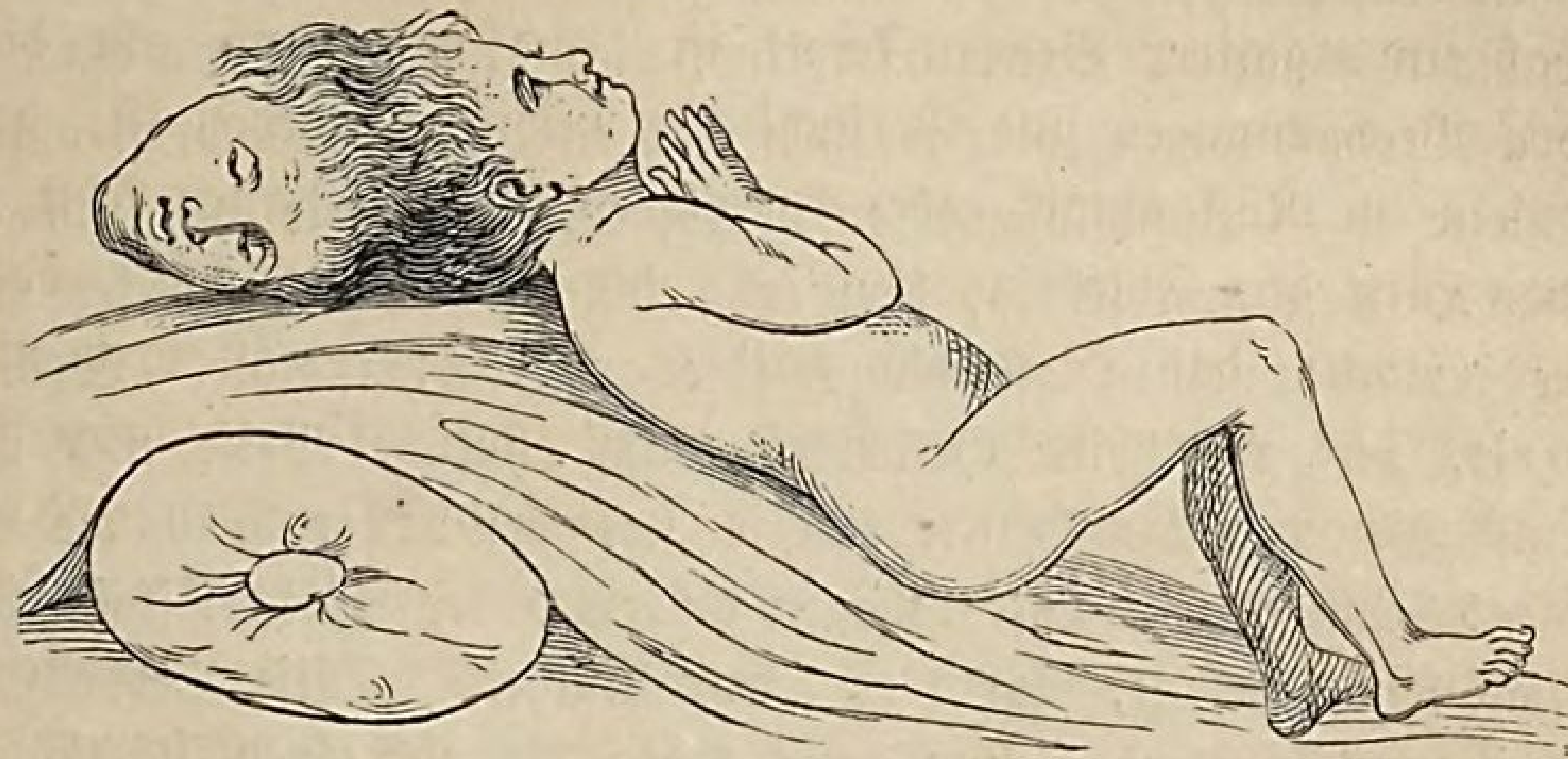


Fig. 13.

Kind geboren, welches sonst wohlgebildet war, dem aber auf seinem Kopf ein zweiter Kopf angewachsen war, Scheitel gegen Scheitel (Fig. 13).

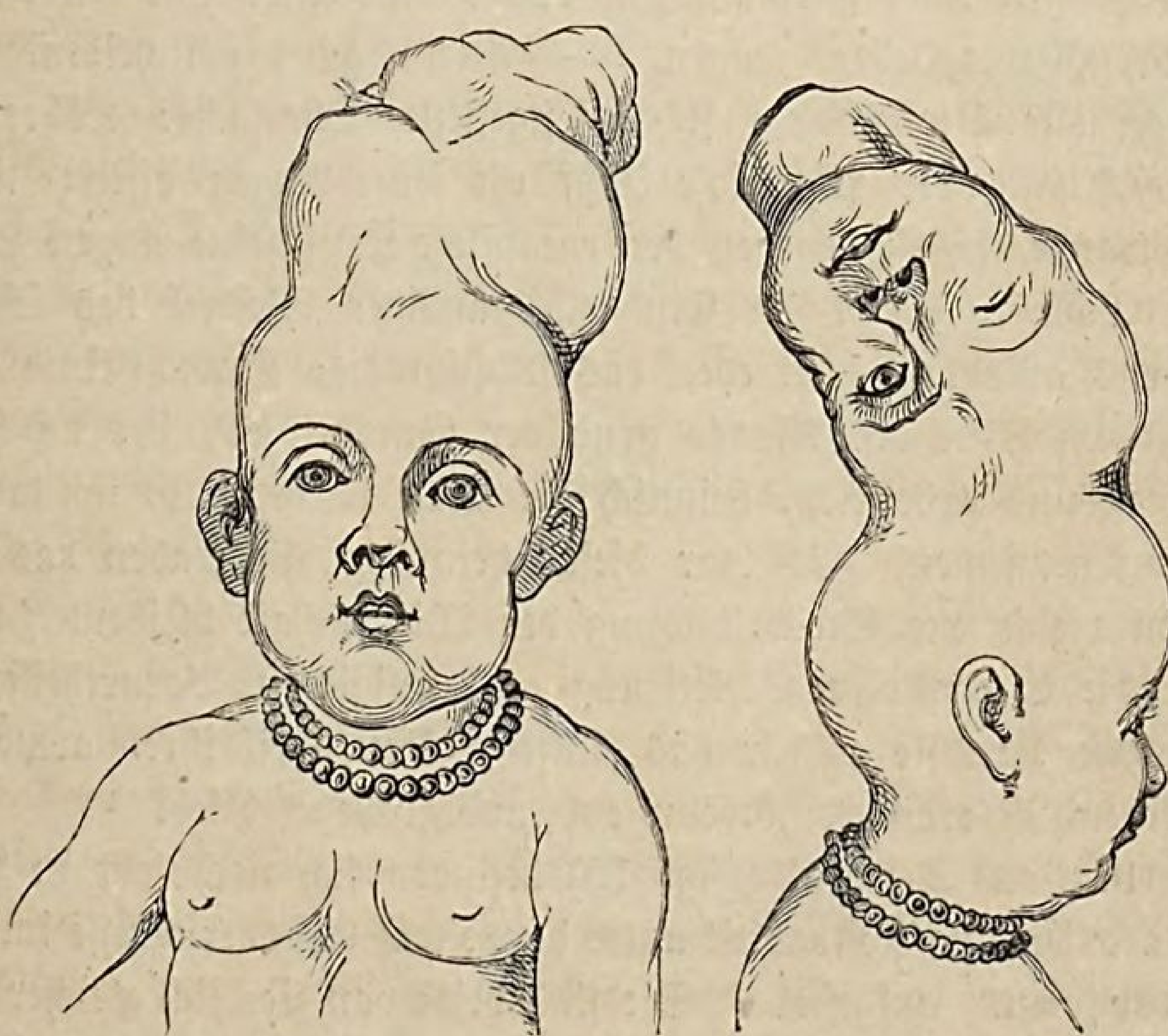


Fig. 14.

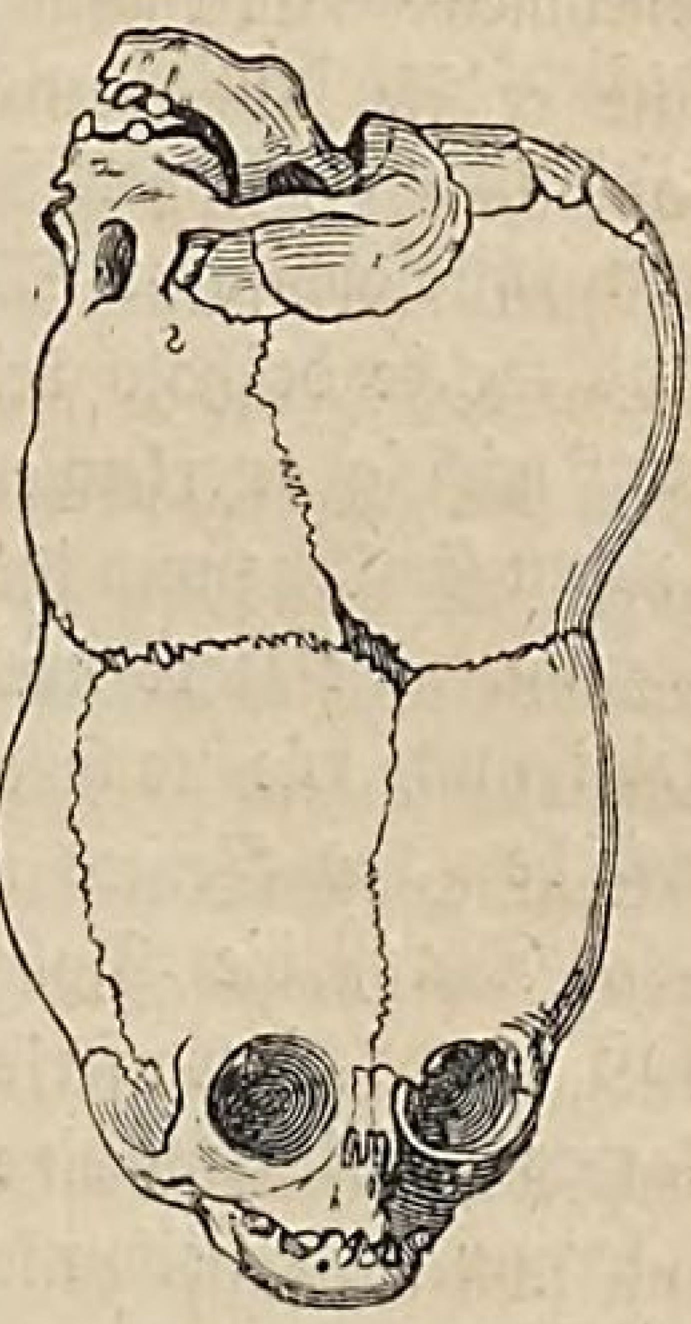
Dieser angewachsene Kopf hatte dieselbe Größe und bis auf die Ohren und den Unterkiefer auch die vollständige Ausbildung, wie der eigentliche

Kopf des Kindes. Sein Hals endete sich in eine abgerundete Geschwulst. Ernährt wurde der aufsitzende Kopf durch die Blutgefäße, welche vom eigentlichen Kindeskopfe zu ihm hinübergingen. Zum unersetzlichen Verlust für die Wissenschaft wurde das Kind, vier Jahre alt, von einer Giftschlange gebissen. Nur aus den ersten Jahren des Lebens kennt man also die Geschichte eines rumpflosen Menschenkopfes. Und wie war nun dessen Benehmen? Mit dem Kinde, dem er gleichsam als Schmarotzer aufsaß, zeigte er im Allgemeinen allerdings eine große Sympathie. Wenn das Kind schrie, verzog er seine Gesichtszüge auf ähnliche Weise und vergoß Thränen. Wenn es die Mutterbrust säugte, drückte er durch die Bewegungen des Mundes sein Wohlbehagen aus und der Speichel floß reichlich. Wenn das Kind lächelte, nahm er daran Antheil. Diese Beobachtungen eignen sich nun keineswegs, um daraus den Beweis eines selbstständigen Bewußtseins zu holen. Daß der Schmarotzerkopf durch jede gewaltsame Einwirkung sein Gesicht zum Weinen verzog, während das Kind selbst es kaum zu beachten schien, und daß ferner die Augen beider Köpfe in ihren Bewegungen nicht harmonirten, das könnte Alles nur für ein selbstständiges Rückenmarkleben zeugen. — Allein ganz entscheidend ist die durch wiederholte Beobachtung sicher festgestellte Thatsache: während das Kind schlief, hatte der rumpflose Kopf oft seine Augen offen; während das Kind wachte, schloß dagegen der rumpflose Kopf seine Augen zum andauernden Schlaf (Fig. 14). Ein selbstständiger Wechsel des Schlafens und Wachens aber bezeichnet eben das selbstständige Bewußtsein." (b.)

Nach dem Tode des Kindes grub der Gutsbesitzer, bei welchem die Eltern lebten und arbeiteten, heimlich die Leiche wieder aus, um den Doppelschädel zu gewinnen. Es war dieses heimliche Ausgraben das einzige Mittel, um die seltene Schädelbildung der Wissenschaft bleibend zu erhalten, weil die Eltern eine Skeletirung aus religiösen Vorurtheilen nicht zugeben wollten, da sie es für das künftige Seelenheil ihres armen Kindes für bedenklich erachteten, wenn es „unbegraben" blieb.

Die beiden Schädel (Fig. 15) befinden sich noch jetzt in London, und sind als seltenste Kostbarkeit unter doppeltem Glasverschlusse im „Britischen Museum" aufgestellt. Sie sind beide von ziemlich gleicher Größe, — dem Alter des Kindes entsprechend, beide vollständig verknöchert, — und in der Scheitelgegend so mit einander verbunden, daß kein Kopfknochen fehlt, noch auch ein Knochentheil zugefügt wäre. Stirnbeine und Scheitelbeine bilden keine Wölbung, sondern setzen sich beinahe gerade fort, bis

sich die entgegenstehenden Knochen der beiden Schädel einander berühren und nun eine quere Knochennaht bilden. Am rumpflosen Schädel ist die Gehöröffnung geschlossen, und sind diejenigen Theile der Schädel-Grundfläche, welche zum Ansatze für Halsmuskeln dienen, unvollkommen ausgebildet, — wie es ja auch diese Muskeln im Leben gewesen sein müssen. Der Unterkieferknochen ist zu klein, und an einer Seite fehlt der Gelenk- und Kron-Fortsatz; es ist dies die Folge einer Verletzung, welcher der Knabe unmittelbar nach seiner Geburt ausgesetzt war. Die als Hebamme bei der Niederkunft thätige Frau war nämlich über den Anblick der Mißgeburt mit zwei Köpfen so entsetzt, daß sie das Neugeborene tödten wollte, und es deßhalb auf das Feuer des Herdes warf, wo es lange genug liegen blieb, daß dem aufsitzenden Haupte ein Auge und ein Ohr verbrannt wurde. Infolge dessen war später das verbrannte Auge durch Narbenbildung kleiner, und dem Ohre fehlte das Ohrläppchen. Die Zähne sind in beiden Köpfen gleichmäßig ausgebildet; die Oeffnung für das Rückenmark ist im aufsitzenden Schädel etwas kleiner. — Die Stirnnaht des einen Kopfes befindet sich wechselseitig gerade über dem rechten Ohre des anderen Kopfes. Die beiden Gehirne waren durch die „harte Hirnhaut" (dura mater), so vollständig wie durch Knochen, von einander getrennt. Nur die Blutgefäße des „Kindes-Kopfes" gingen zu dem „aufsitzenden Haupte" über.


Fig. 15.

Zum Unglück für die Wissenschaft starb das Kind, noch ehe weitere und umfassendere Beobachtungen an ihm gemacht werden konnten; zum Glück für den rumpflosen Kopf starb es früher, ehe dieser noch ein klares Bewußtsein seiner Lage hatte gewinnen können. Wer sich in das Leben eines solchen Kopfes ohne Körper hineinzudenken vermag, der wird zugeben müssen, daß sein Schicksal das peinlichste und gräßlichste ist, welches man sich nur erdenken kann. Wohl hat man Recht, wenn man behauptet, Raphael würde der größte Maler geworden sein, der er war, auch wenn er ohne Hand geboren wäre; aber hätte er dann seine Kunstwerke schaffen können? Ein Mensch, welcher nur aus Kopf besteht, ohne Glieder, — welcher sieht, hört und riecht, aber keine einzige

Bewegung auszuführen vermag, — dem zum Sprechen ebensowohl die nöthigen Sprachorgane als die Luft fehlen, und der sich daher genöthigt sieht, lediglich durch Ausdruck seiner Gesichtszüge seine Empfindungen und seinen Willen kund zu geben, — mit einem Worte, ein Mensch, welcher seinen Willen hat, und dem alle und jede Möglichkeit abgeschnitten ist, seinen Willen jemals zur Ausführung zu bringen, der auf die Gnade und Barmherzigkeit aller andern Menschen angewiesen ist, am meisten desjenigen, dem er gleich einer Schmarotzerpflanze aufsitzt, — ein solches Individuum ist gewiß das unglücklichste der Welt. Für diejenigen, welche den philosophischen Standpunkt in übertriebener Weise festzuhalten suchen, und welche deßhalb bei jeder Gelegenheit den Geist allein als werthvoll und wichtig anerkennen, gibt schon der Gedanke an die Möglichkeit einer solchen Existenz und ihre Qualen die schlagendste und überzeugendste Widerlegung. Sie lehrt uns den wahren Werth der realen Welt schätzen. Sie zeigt uns, wie nothwendig für unser irdisches Wohlsein das Zusammenwirken des Geistes und des Körpers ist.

Durch die Beobachtung jenes Kopfes ohne Rumpf ward erwiesen: daß das „Bewußtsein" mit dem „Gehirn" im lebenden Menschenkörper auf irgend eine Art „verbunden" ist. Auf welche? — das wissen wir zur Zeit noch nicht! — Ja die Naturwissenschaft vermag nicht einmal den Zeitpunkt anzugeben, wann diese Verbindung anfange, und wann sie enden wird. Der ehrliche und gewissenhafte Forscher wird sich streng hüten, über sein Reich hinauszugehen. Unser Reich ist die Sinneswahrnehmung und die auf sie gebaute Schlußfolgerung. Deßhalb können wir über Vergangenes nur aus dessen Resten und Ueberlieferungen urtheilen; für Zukünftiges aber haben wir gar keine Handhabe. Nur die Gegenwart ist dem Menschen erkennbar; über diese kann er „allgemeine Regeln" aus seinen Schlüssen ziehen und mit dieser Hülfe den Gang der gewohnten Ereignisse errathen. Aber im Allgemeinen ist die Zukunft ein mit sieben Siegeln verschlossenes Geheimniß. Ueber unser Geistesleben in der Gegenwart hat die Naturforschung mit langsamen und sicher gehenden Schritten einige Aufklärung gewonnen; über unser Geistesleben in der Zukunft hat auch der Forscher nicht mehr Kenntniß, als jeder andere Gebildete; hier endet für uns Alle das Reich des „Wissens", hier tritt das unleugbare Naturbedürfniß des Menschen an das Reich des „Glaubens" in seine altgeheiligten Rechte. —

Ueberblicken wir nun das weite Reich der Lebenserscheinungen am

Nervensystem, dessen Eigenthümlichkeiten wir auf den vorstehenden Blättern anzudeuten bemüht waren, so finden wir dasselbe zusammengesetzt aus drei Hauptprovinzen.

Die erste derselben war die Provinz des unbewußten Nervenlebens, welche den sogenannten „vegetativen" Verrichtungen des Körpers vorsteht (der Ernährung, den Bewegungen der Därme, des Herzens u. s. w.).

Nach diesem lernten wir die dem Bewußtsein unterworfenen Körpernerven kennen, welche Bewegung und Gefühl in's Leben treten lassen. Sie verbreiten sich im Muskelsystem des Körpers einerseits, so wie unmittelbar unter der Haut (als Tastnerv) und in den übrigen Sinnesorganen.

Die dritte und letzte Abtheilung des Nervensystems ist das in der Schädelhöhle ruhende Gehirn. Willen, Gefühl, Nachdenken, so wie vor Allem das Bewußtsein, müssen wir mit diesem Theil des Nervensystems in Verbindung bringen; wenigstens lassen die angeführten Thatsachen vom naturwissenschaftlichen Standpunkte keine anderweite Erklärung zu, obgleich sie selber noch keineswegs für die völlige Aufklärung der Verhältnisse genügen.

Alle drei Nervensysteme bestehen aus ähnlich gestalteten einfachen Organen: aus dünnen, fast durchsichtigen Röhren einer außerordentlich feinen und im vollständig ausgebildeten Zustande ganz gleichartigen Haut, welche Röhren mit einem gallertweichen Mark gefüllt sind.

Diese markerfüllten Röhren, — also höchst einfache Organe, — vermitteln uns die geistige Thätigkeit: Fühlen — Wollen — Vorstellen. Auf welche Weise dies geschehe, ist seit Jahrtausenden schon Streitfrage. Die Einen glauben, unsere Seele sei eine Art überirdisches Wesen, welches im Körper thront und sich seiner gleich eines Instrumentes bedient, — die Andern sind der Meinung, daß alle geistige Thätigkeit durch das Zusammenwirken von Nerven und Blut unter gewissen Bedingungen gebildet werde. Also: hat die Seele Empfindungen, — oder ist die Seele der Vorgang des Empfindens? —

Eine sichere Antwort fehlt. Unumstößliche Beweise haben weder die Einen, noch die Andern geliefert. Nicht früher können wir solche Beweise gewinnen, als bis wir das Vorhandensein der geistigen Vorgänge am Lebenden durch irgend ein außer seiner Thätigkeit liegendes Mittel (durch ein „Reagens") zu erkennen vermögen. Wer aber sieht einem ruhig Schlafenden an, ob er träume? Wer kann vom Wachenden wissen, ob er denke?

Wenn ein Kranker zum Zwecke einer schmerzhaften chirurgischen Operation durch Einathmungen von Aether oder Chloroform fühllos gemacht worden, wer erkennt es, daß im ruhig Liegenden ein bunter Wechsel heiterer Bilder vor sich ging, während gleichzeitig das Messer des Arztes Theile seines Körpers zerschnitt? So lange wir nicht ein Hülfsmittel gewinnen, das geistige Arbeiten der Nerven am Lebenden zu erkennen und zu verfolgen, so lange werden wir uns vergeblich mühen, einen befriedigenden Einblick in die Art und Weise zu gewinnen, wie das Fühlen und Wollen vor sich geht. (c.)

Nur Eines ist zweifellos: daß mit Hülfe des Gehirnes die geistige Kraft in's Leben tritt. Dies sagt uns unser Bewußtsein; dies wies schon vor zweitausend Jahren der alte Arzt Galen durch den Vergleich der verschiedenen Thiere nach, deren Hirn um so entwickeltere Formen zeigt, je größer ihre geistige Fähigkeit ist; dies beweisen die bereits von uns angeführten Experimente, in denen die geistige Kraft erlosch mit Entfernung des Hirnes; dies lehren endlich unwiderleglich die vielen am Krankenbette gemachten ärztlichen Beobachtungen.

Die Formen des Nerven-Systemes, und folglich auch des Hirnes, als dessen höchster Blüthe, — entwickeln sich aufsteigend in der Thier-Reihe von den einfachsten Gebilden bis zu den vielgestaltigsten des Menschen.

Bei den festsitzenden Korallen-Polypen oder Blumen-Polypen hat man bis jetzt noch keine Spur eines Nervensystems auffinden können. Diese Thiere entzücken in den Aquarien durch ihre schönen Farben und ihre, an die Blumen gefüllter Ranunkeln und Nelken erinnernde Gestalt, die Beschauer; aber wie einfach ist ihr Leben! Auf der Koralle oder auf einem Steine festgewachsen, — pflanzenartig an einen und denselben Ort gebannt, — vermögen sie nur ihre fransenförmigen Fangarme auszustrecken oder zusammenzuziehen, und ihre trichterförmige Leibeshöhle zu öffnen oder zu schließen. Kommt ein kleines Thier an diese Oeffnung, oder bringt der Wärter des Aquariums ein Stück Fleisch an dieselbe, so schließt sie sich (wie die Fliegenfänger-Pflanze: Dionæa muscipala) ihr bewimpertes Haupt, und die Nahrung gleitet in die Trichterhöhle, welche Mund, Schlund, Speiseröhre, Magen und Darm zugleich ist; — nachdem die Nahrung ausgelaugt worden, öffnet sich die Höhle wieder und entfernt die Reste auf demselben Wege, auf welchem sie eingedrungen. Von irgend welchem thierischen Leben kann man keine

Wahrnehmung machen. Kalbfleisch, Rindfleisch, roher oder gekochter Fisch, Insekten, salziger Schinken, — alles wird ohne Auswahl in den Trichter hinabgezogen, wird mehr oder minder verdaut, — scheint gleichen Einfluß auf das Gedeihen der Blumen-Polypen zu haben. Die geringe Empfindungsfähigkeit dieser Thiere scheint sich ebenso wie die Bewegungsfähigkeit über das gesammte Körpergewebe zu verbreiten.

Gleich ihnen gehören die Medusen zu den „Darmlosen Thieren" oder „Cœlenteraten", — haben auch gleich ihnen einen einfachen der Glieder entbehrenden Leib. Allein diese scheibenförmigen Thiere besitzen einen Nerven, welcher am Rande der Scheibe verlaufend, den ganzen Körper wie ein Ring umzieht und in regelmäßigen Abständen kleine Anschwellungen erkennen läßt, in denen sich außer den Nervenfasern auch Nervenzellen finden. Diese Anschwellungen (Ganglien) entsprechen den „Randkörper" benannten Verdickungen und senden Nerven gegen den Mittelpunkt der Scheibe. Die Medusen besitzen einige Bewegungs-Fähigkeit, wenn auch geringe; sie scheinen „Angenehmes" von „Unangenehmem" zu unterscheiden, denn sie weichen dem Einen aus, dem Andern nicht. Darin scheint ihr gesammtes Geistesleben zu bestehen.

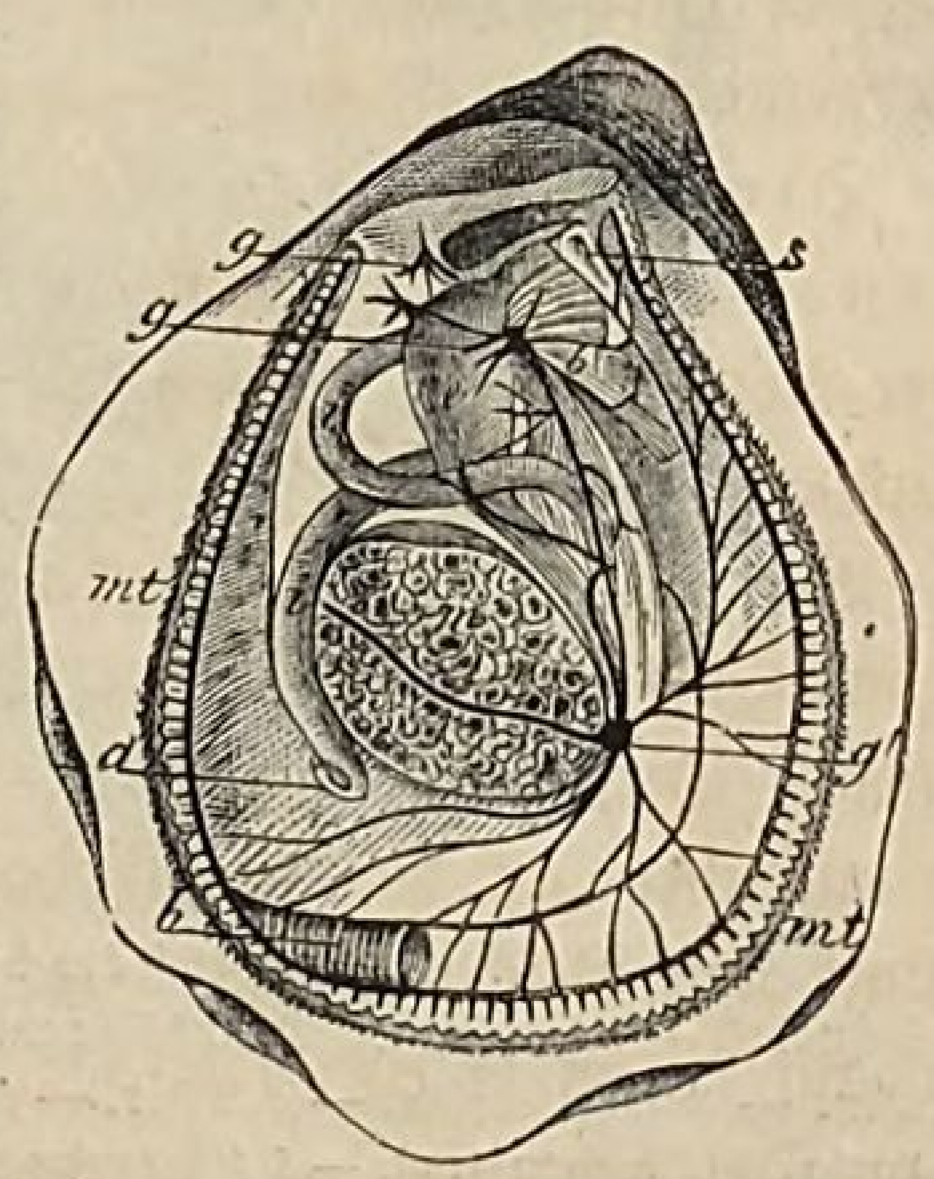


Fig. 16. Nervensystem der Auster. *s* Mund. — *e* Magen. — *i, i* Verdauungskanal. — *a* After. — *g g* und *b* Ganglien, welche als Gehirnganglien und Speiseröhrenganglien bezeichnet werden. — *g'* Unterdarmganglion, auch Fußganglion genannt, welches dem unterhalb der Speiseröhre befindlichen Nervenknoten bei anderen Weichthieren und bei den Gliederthieren entspricht. — *mt* die sogenannten Fransen am Saume des Mantels, zu denen sich Nerven des Ganglion *g'* begeben. — *b* ein Theil der Branchien.

Die nur sehr beschränkte Bewegungsfähigkeit, und damit auch nur eingeschränktes thierisches Leben besitzende Auster (Fig. 16) hat nur ein äußerst einfaches Nervensystem: aus einzelnen Ganglien oder Nervenknoten und von diesen ausgehenden Fäden bestehend. Unterhalb des Mundes (Fig. 16, s) befindet sich (6) ein solcher Mittelpunkt für die Nerven; — zwei andere (g, g) zur Seite des Magens (e), — und ein vierter (g') neben dem sogenannten Fuß (n), welcher auch Nerven zum Darme (i, i) entsendet.

Die Sepia, welche durch Tast- und Fang-Organe ihre Beute aufsucht und freiere Beweglichkeit hat, wenn sie auch überwiegend als ein Spielball der Meereswogen erscheint, zeigt schon ausgesprochenere Mittel-

punkte für ihr Nervensystem, und ein Haupt-Ganglion (Fig. 17, i), welches durch einen Knorpel geschützt wird. Aber die Ganglien sind vereinzelt, zerstreut, — weder zu einer „Kette", noch zu einem „Ring" vereinigt.

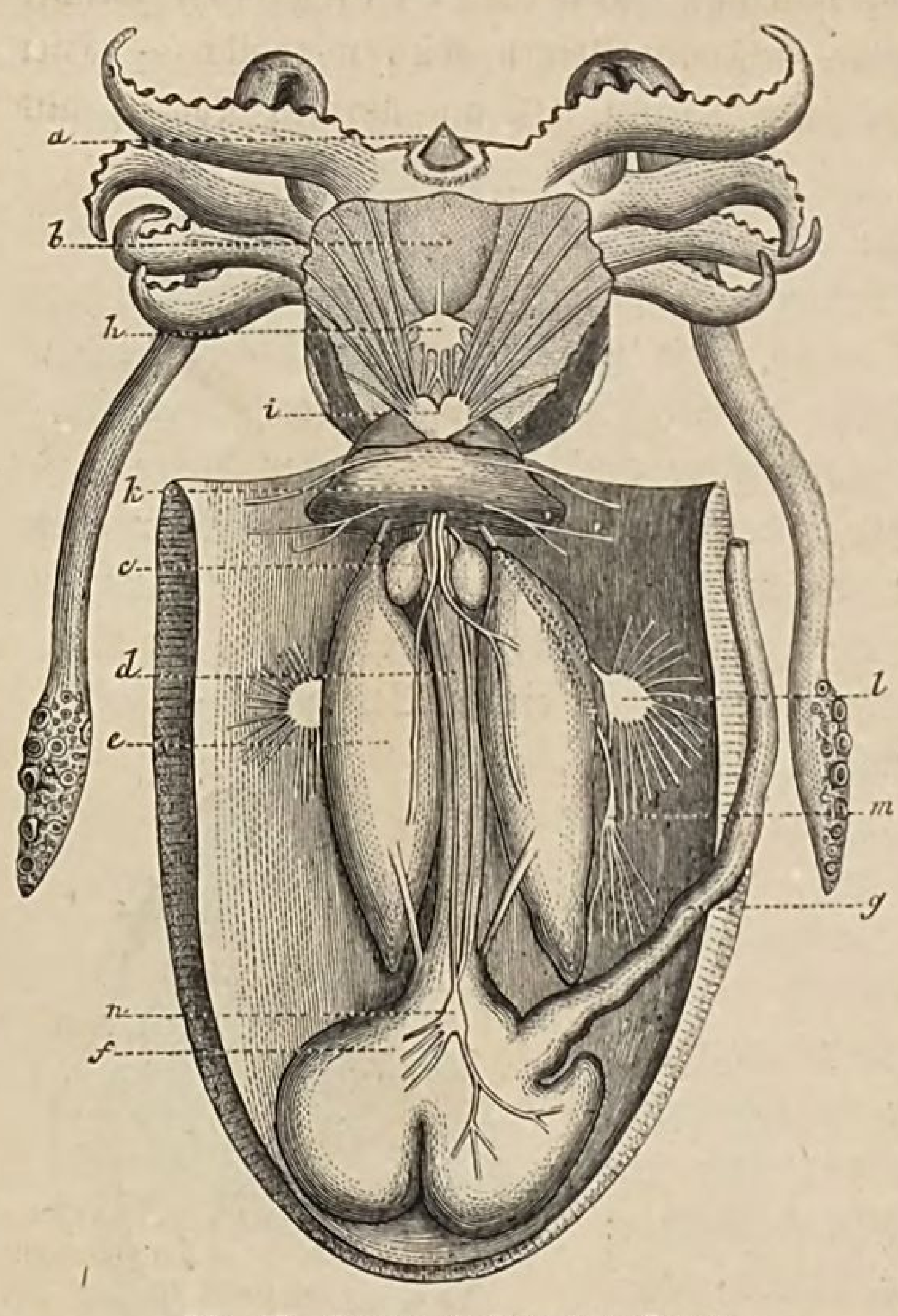


Fig. 17. Nervensystem der Sepia.
a Schnabel. — *b* Höhle, der Mundhöhle entsprechend. — *c* Speicheldrüsen. — *d* Speiseröhre. — *e* Leber. — *f* Magen. — *g* Darm. — *h* vorderes Hirnganglion. — *i* Hauptganglion. — *k* Knorpel, dem Schädel entsprechend. — *l* Hauptganglion mit sternförmig von ihm ausgehenden Nerven. — *m* kleineres Ganglion. — *n* Magenganglion.

Letzterer tritt uns bei der ebenfalls im Meere lebenden Kreiselschnecke (Fig. 18) entgegen (sn). Wie in den meisten Fällen, so umgibt auch hier die zum Ring vereinigte Gruppe der Nervengebilde hinter dem Schlunde die Speiseröhre. Das übrige Nervensystem aber ist nur sehr dürftig entwickelt.

Viel größerer Selbstständigkeit begegnen wir bei den Blutegeln. Diese haben freie Bewegung, — schwimmen nicht ohne Gewandtheit, können sich mit der Scheibe am Hinterende ihres Körpers und mit ihrem Munde festsaugen, suchen nach Nahrung und verrathen deutlich das Gefühl des Hungers oder der Sättigung, — haben scharfe Unterscheidung für „angenehm" und „unangenehm", — saugen z. B. niemals an der von Schweiß ungesäuberten Haut des Menschen, aber setzen sofort ihre eigenthümlich geformten kleinen Zahn-Sägen an und durchbrechen die Oberhaut und die Haut der Blutgefässe mit Nagen, um sich vollzusaugen, sobald die Haut sorgsam abgewaschen und mit ein wenig Zuckerwasser benetzt ist. Die Blutegel besitzen auf der Bauchseite einen doppelten

Nervenstrang mit Ganglien (Fig. 19, ccc) und seitlich abgehenden Nerven; — die obersten Ganglien sind meistens ein klein wenig größer; den Mund umzieht ein Nervenring: „Schlundring" (*a*), welcher Zweige zu den in zwei Reihen stehenden kleinen Augen abgibt. — Hier finden wir also am Kopfende mehr Nerven, als am übrigen Körper, und Sinnes-Organe! Die Lebens-Aeußerungen sind vielfacher und streifen bereits an geistiges Gebiet. Aber wie der Innenraum des Körpers zu mehr als 9/10 aus Magen besteht, an den sich nur noch ein kleiner Darm anschließt, — so ist auch das Leben noch auf sehr geringer Stufe. Will man z. B., daß ein Blutegel von einem Kranken möglichst viel Blut absauge, so braucht man ihm nur (während er im Saugen ist) mit einer scharfen Scheere unfern des Hinterendes ein Loch in den Magen zu schneiden; das Thier macht einige schnelle, gleichsam unwillige Bewegungen, läßt sich aber in seiner Saugarbeit nicht stören und saugt und saugt, während das Blut ihm ausläuft, — und saugt ohne Unterlaß eine Stunde lang: denn der Magen wird nicht gefüllt und (anders kann man es nicht deuten) er gewinnt nicht das Gefühl der Sättigung. Er hat also doch ein derartiges Gefühl! — Soll er zu saugen aufhören, so streut man ihm etwas Salz auf Kopf und Rücken; dies ist ihm unangenehm, er läßt los. Der Schmerz durch das Salz ist also größer, als das Lustgefühl beim Saugen; das Thier unterbricht daher seine Saugthätigkeit. — Thut

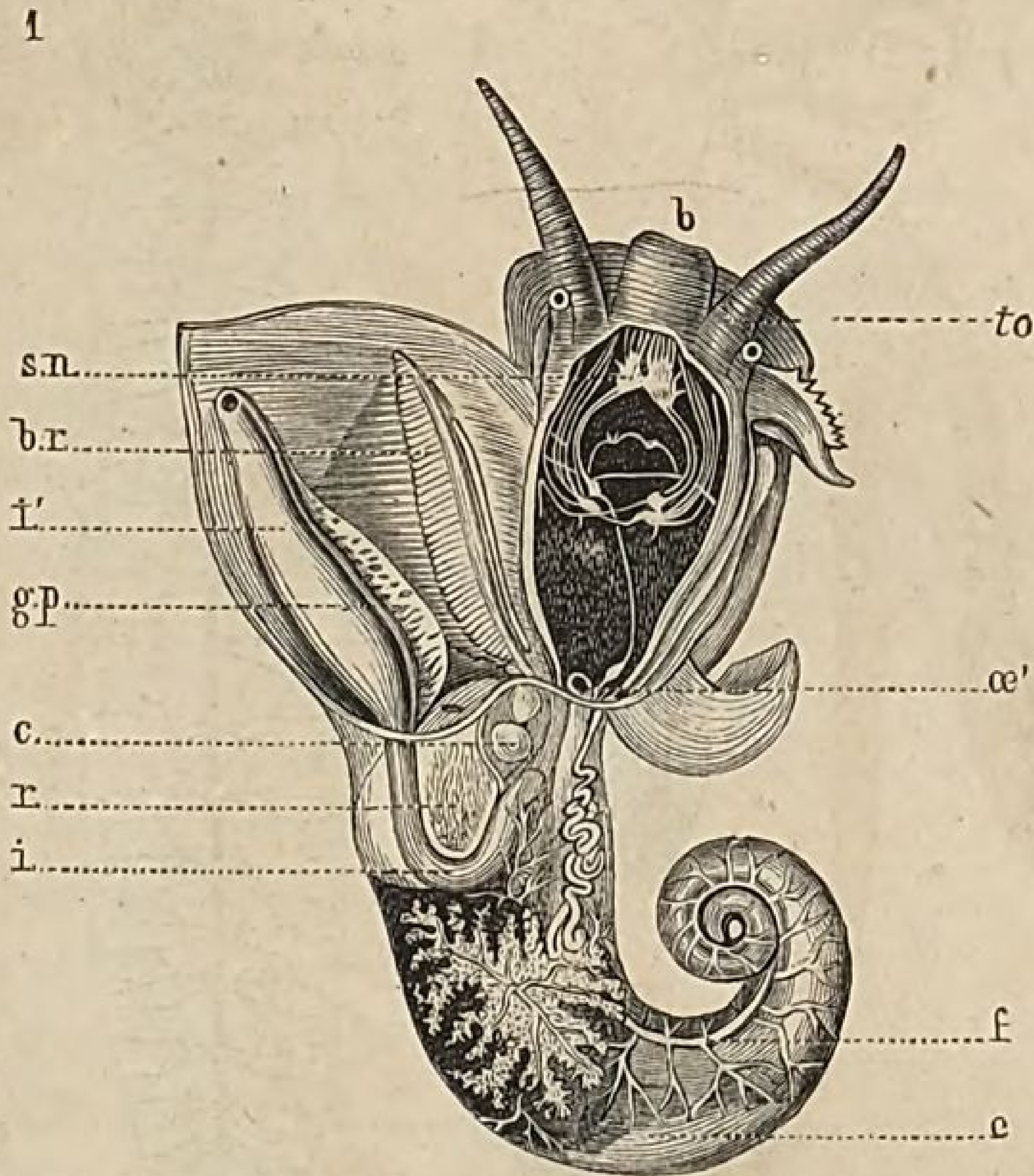


Fig. 18. Nervensystem der Strand-Kreiselschnecke. *b* Mund. — *to* augentragende Fühlhörner. — *oe* durchschnittene Speiseröhre, deren vorderer Theil weggenommen ist, um das Nervensystem sichtbar zu machen. — *f* Leber. — *e* Magen. — *sn* Nervenganglien, welche im Gehirn entspringen und rings um die Speiseröhre herumliegen. — *br* Bronchien. — *i'* Mastdarm. — *gp* Purpurdrüse. — *c* Herz. — *r* Niere. — *i* Darm.

man nun das Thier in ein großes Gefäß voll Wasser und erneuert letzteres von Zeit zu Zeit, so heilt in etlichen Wochen die Wunde des Blutegels und er ist wieder zum Saugen geneigt. — Wir finden also bei

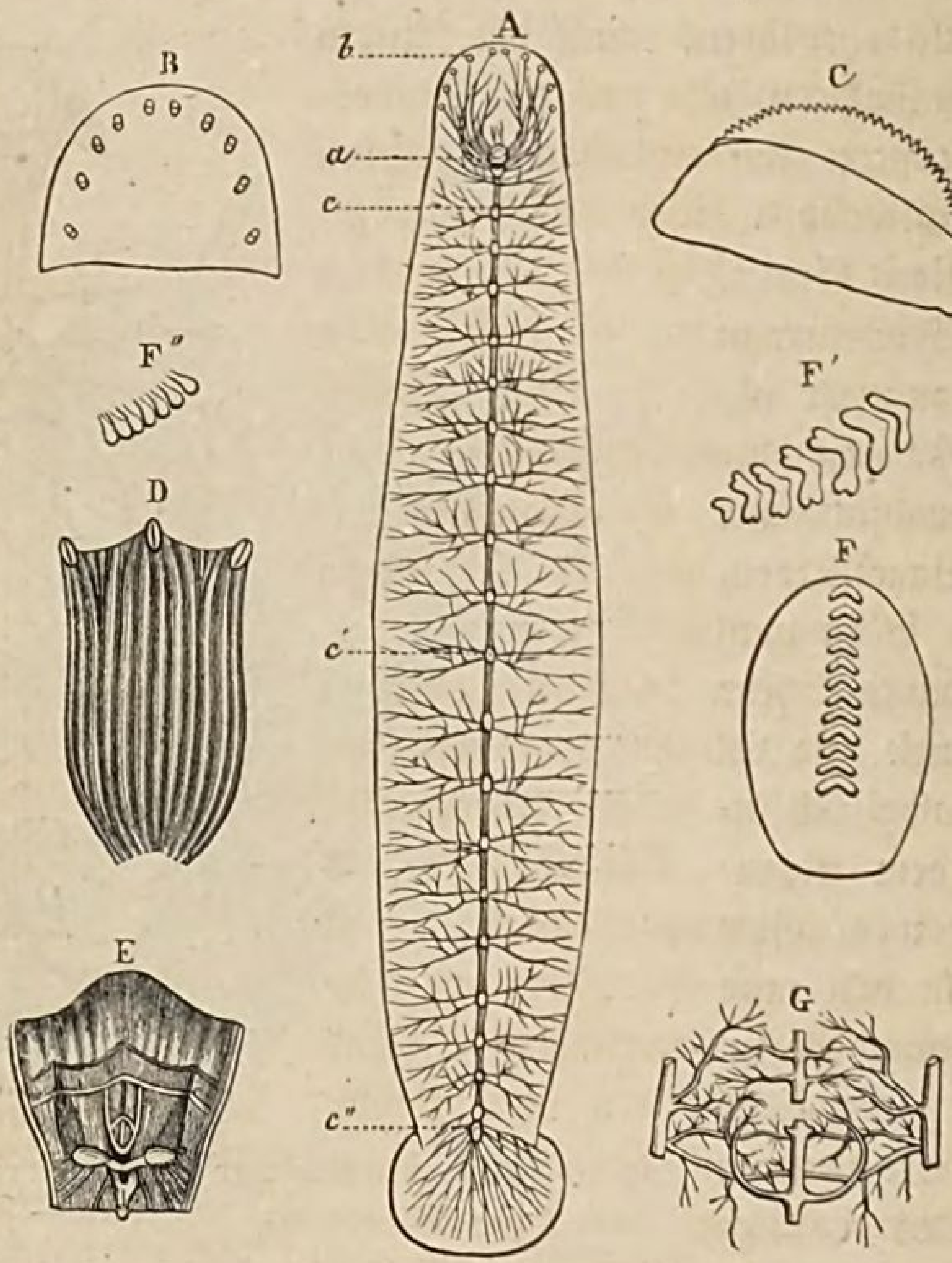


Fig. 19. Anatomie des Blutegels.

A. Nervensystem. — *a* Schlundganglien. — *b* Augen und Augennerven. — *c c' c''* die Reihe der Bauchganglien.

B. Der vordere obere Theil des Kopfes mit den Augen.

C. Eine der drei Kinnladen.

E. Das geöffnete Maul, um die Stellung der Kinnladen in demselben sehen zu können.

F. Zähne in ihrer Anordnung.

F' F''. Vereinzelte Zähne, von oben und von der Seite gesehen, um zu zeigen, daß sie wie eine Säge wirken.

G. Ein Theil des Gefäßsystemes; man sieht die vier Hauptstämme und deren Verästelung.

D. Geöffnetes Maul des sogenannten Pferde-Blutegels.

einem sehr einfachen Nervensystem schon eine Reihe willkührlicher Aeußerungen und freie Wahl, — aber auch sehr geringe, fast mechanische und von äußeren Einwirkungen abhängige Art der Thätigkeit.

Die Käfer haben in ihrer Mehrzahl eine ganz ähnliche Anordnung der Nerven, d. h. einen „Schlund-Ring" mit Ganglien und einen „Bauch-Strang" mit Ganglienkette, doch ist die letztere gewöhnlich minder einförmig, sondern in den Brust-Ganglien kräftiger entwickelt, während nach den Augen und nach den Fühlern, also nach den Sinnesorganen, größere Nervenmassen abgegeben werden. Ein Beispiel dieser Anordnung gewährt der Maikäfer (Fig. 20), bei welchem das erste Brust-Ganglion (c) dicht neben den beiden anderen (d,f), zu einer gemeinsamen Masse zusammengeschmolzen, liegt; vom halbmondförmigen Bauchganglion (f) gehen die Bauchnerven ab, als von einem gemeinsamen Mittelpunkte.

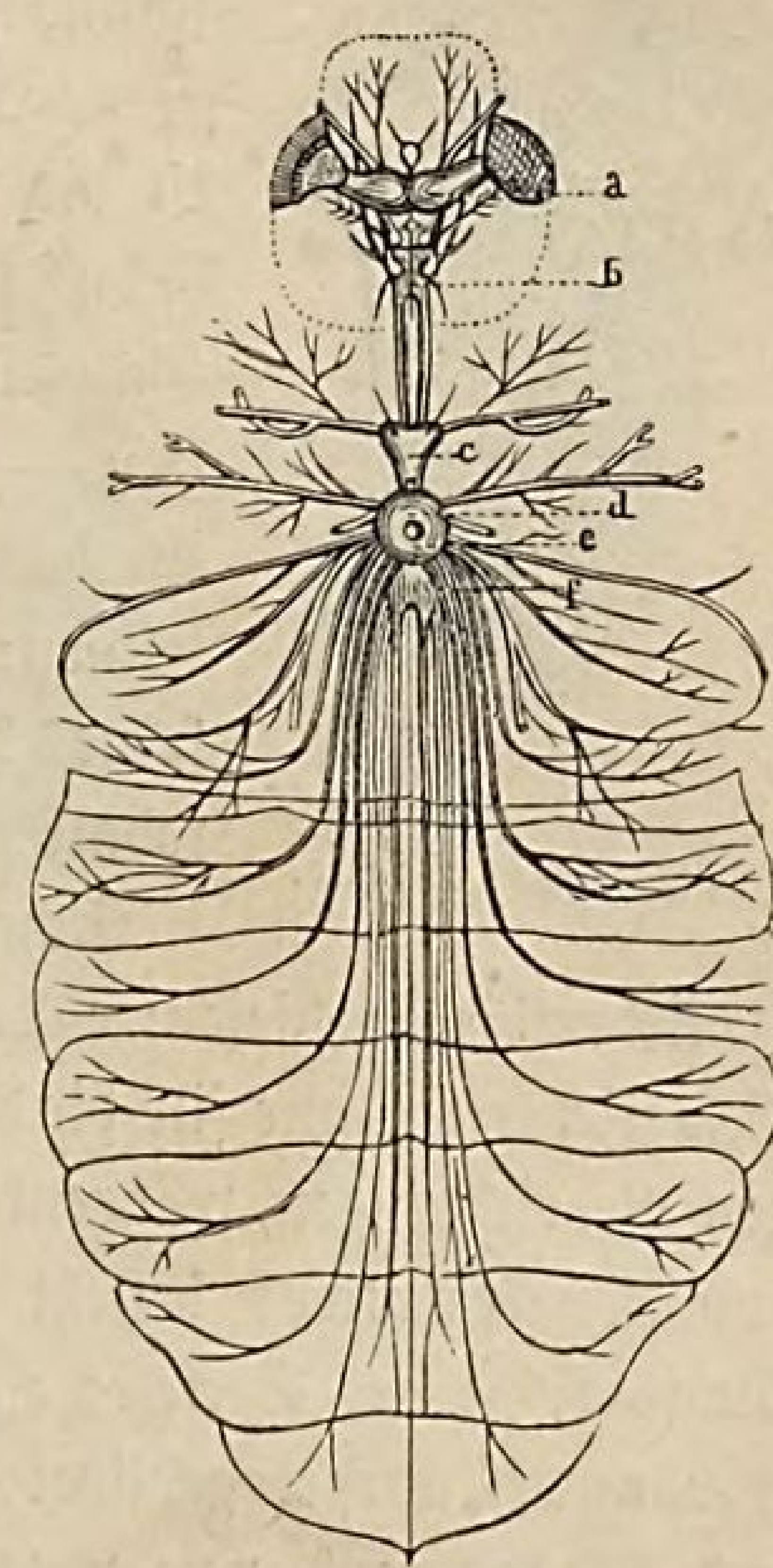


Fig. 20. Nervensystem des Maikäfers.

a Gehirnknoten und Augen. — *b* Ganglion der Speiseröhre. — *c* erstes Brustganglion. — *d* die beiden anderen Brustganglien. — *e* davon abgehende Nerven. — *f* Bauchtheile der Ganglienkette und deren Hauptnerven.

Das Nerven-System der Honig-Biene (Fig. 21) zeigt eine vollständige Gliederung. Im Kopfe findet sich die größte Nervenmasse, welche aus dem engen „Schlundring" und den Sinnesnerven zusammengesetzt ist; — in der Brust ist das erste Ganglion von dem zu einer großen Masse vereinigten 2. und 3. getrennt; — und mit den vier Bauchganglien bilden diejenigen der Brust einen gemeinsamen Nervenstrang. — Diese Thiere werden durch ihr Nervensystem zu einem Leben befähigt, durch welches sie unter den Insekten eine hervorragende Stellung einnehmen. Sie scheiden sich (gleich den Ameisen) in verschiedene Kasten, — folgen dem Rufe einer höher entwickelten Führerin, welche zugleich des ganzen Volkes Mutter ist; die Arbeiterinnen verlassen den von ihnen kunstvoll hergestellten Bau und fliegen bei hellem Wetter nach Honig, Wachs und Blumenstaub aus, bei bewölktem nicht. Diese Thiere verfolgen also ein bestimmtes Ziel, wissen ihren Weg zu finden, suchen Nahrung und tragen ihre Beute heim, unterscheiden ihren eigenen Bau von den anderen, — müssen mithin verschiedene Sinneswahrnehmungen scharf unterscheiden und sich derselben wieder erinnern, müssen untereinander sich verstän-



Fig. 21. Nervensystem der Biene.

digen können; — kurz es ist ihnen ein gewisser Grad geistiger Thätigkeit nicht abzusprechen. Vom menschlichen Standpunkte der Erkenntniß vermag man wenigstens zur Zeit auf keine andere Weise den Zusammenhang sich zu erklären.

Die Anordnung der Nerven bei den Crustaceen ist die gemeinsame der Gliederthiere. Wir finden beim Flußkrebs (Fig. 22) wieder das große Schlund-Ganglion für die Sinneswerkzeuge, — die Brustganglien — und die Kette der Bauchganglien. Von diesen ist das letztere größer. Die Ursache ist leicht zu erkennen: das Schwanzende dieser Thiere bildet ein feines Tast-Organ, weßhalb sie auch rückwärts gehen, sobald sie ihren Weg tastend verfolgen.

Scharf unterscheidet sich von der Nervenanordnung der „Gliederthiere" diejenige der „Wirbelthiere". Bei diesen kennt man Ganglienketten nur für die dem Willen und dem Bewußtsein nicht unterworfenen Verrichtungen, während die Hauptmasse des Nervensystems aus Gehirn und Rückenmark besteht. Immer sind diese „Nerven-Centren" in die Längs-Achse des Skeletes eingebettet; möge dieses letztere aus Knochen-Wirbel oder aus Knorpel gebildet sein, — in beiden Fällen umschließt es Gehirn und Rückenmark, von welchem alle Nerven für Empfindung und Bewegung ausgehen, — mithin alle diejenigen Nerven, durch deren Hülfe wir mit unserer Umgebung in Verbindung treten.

Diese Anordnung findet man beim einfachsten Nervensystem der Wirbelthiere, wie beim ausgebildeten des Menschen. Ein Blick auf Tafel V. VI. (Durchschnitt des Kopfes und Rumpfes) zeigt, wie Hirn und Rückenmark des Menschen von Schädel und Wirbelkanal umschlossen werden. Nicht minder zeigt eines der einfachsten Nervensysteme, welches man bei den Wirbelthieren kennt, das des Frosches (Fig. 23), diese Gruppirung der Nervenorgane.

Aber der Vergleich mit dem Nervensystem des Menschen (Fig. 24) läßt zugleich erkennen, welches mächtige Uebergewicht die Masse des großen und kleinen Gehirns beim Menschen hat, und wie der Strang des Rückenmarkes in ganz anderem Verhältnisse zur Masse der Körpernerven beim Menschen steht, als beim Frosche.

Blutegel, — Krebs, — Frosch, — Mensch! — Vier thierische

Organismen, deren Körperform und Lebensleistungen die größten Unterschiede zeigen, — deren noch größere Verschiedenheit auf geistigem Gebiete sich wiederspiegelt in ihren Nervengebilden. Ein Hinweis auf den ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Bau der Organe und deren Lebensverrichtung.

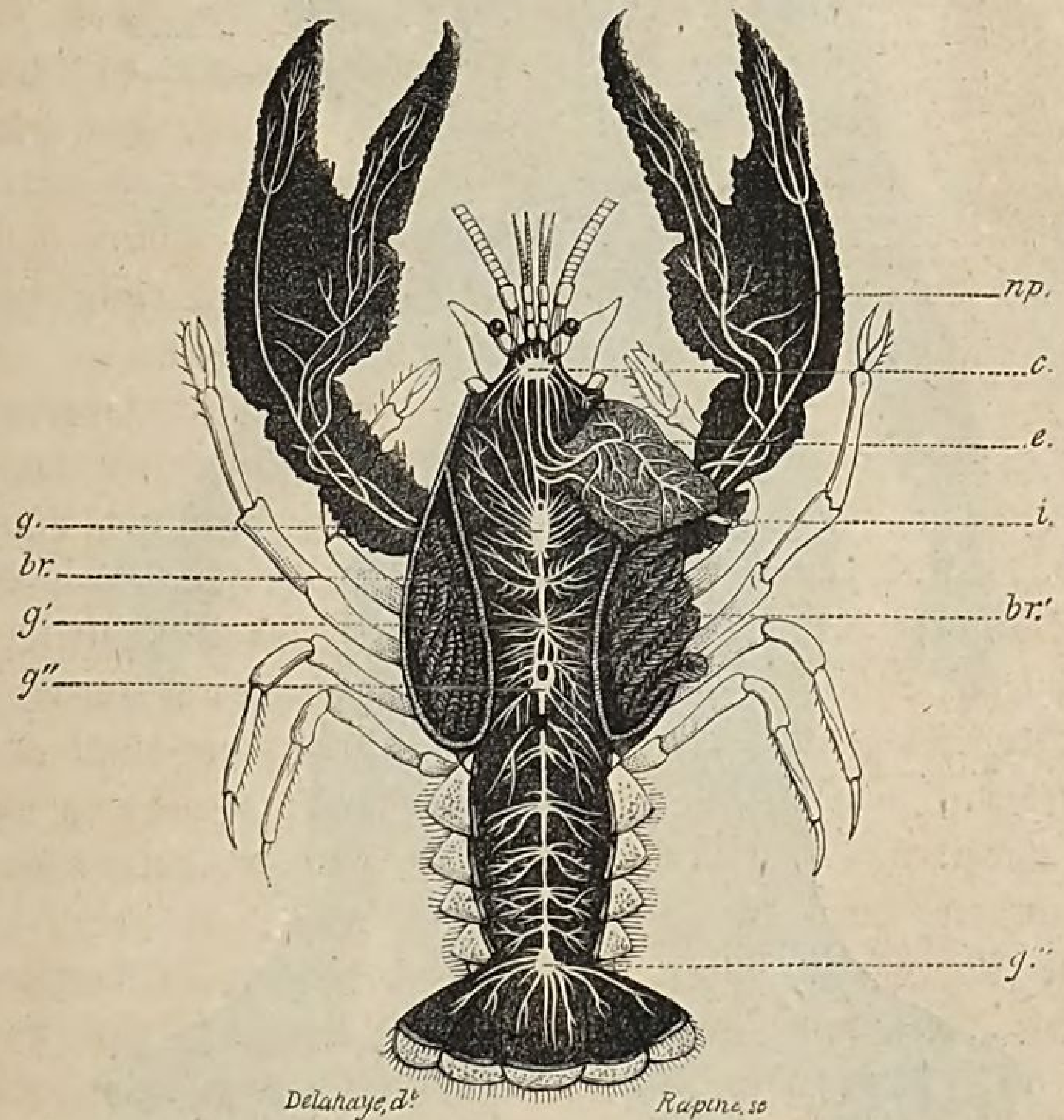


Fig. 22. Nervensystem des Krebses
(vom Rücken aus gesehen).

c Gehirn aus Nervenknoten an der Speiseröhre. — *e* Magen und Nerven desselben (von Einigen zum Sympathikus, von Anderen zum Vagus gerechnet). — *i* Darm, ebenfalls nach rechts zurückgeschlagen, damit man die Ganglienkette des Bauches sehen kann. — *g, g', g''* die drei Brustganglien. *g'''* das letzte Bauchganglion. — *n.p* Nerven für die großen Scheeren. — *br.br'* Branchien oder Kiemen, durch Entfernung der Rückenpanzer sichtbar gemacht.

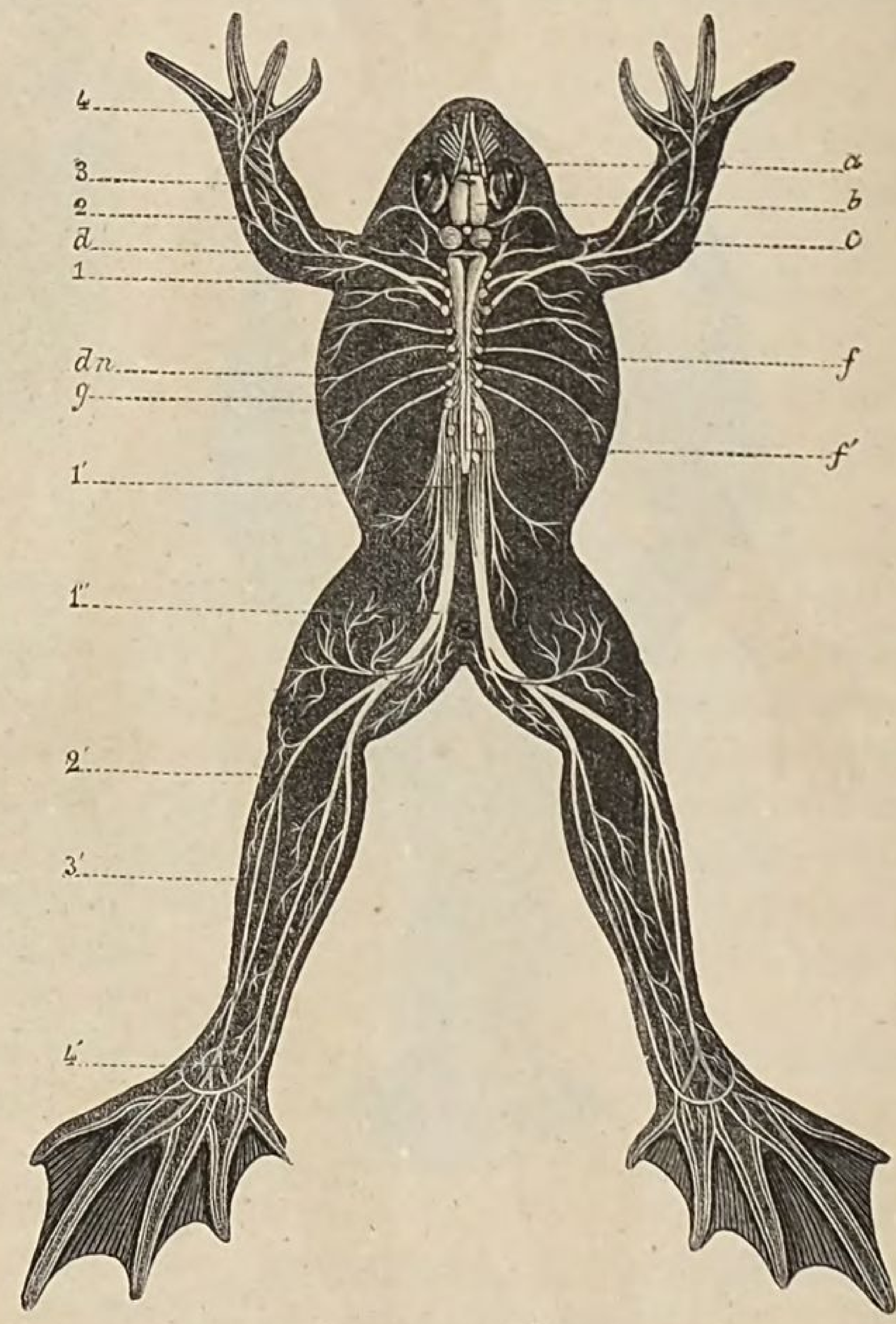


Fig. 23. Nervensystem des Frosches
(vom Rücken aus gesehen).

a Riechnerven. — *b* großes Vordergehirn. — *c* Sehhügel. — *d* kleines Gehirn. — *ff'* Rückenmark. — *g* Zwischenrippen-Nerven und Ganglien. — 1 bis 4 die Nerven des Armes. — 1' Wurzeln der Schenkelnerven. — 1'' Schenkelnerv. — 2', 3', 4' dessen Vertheilung im Beine.

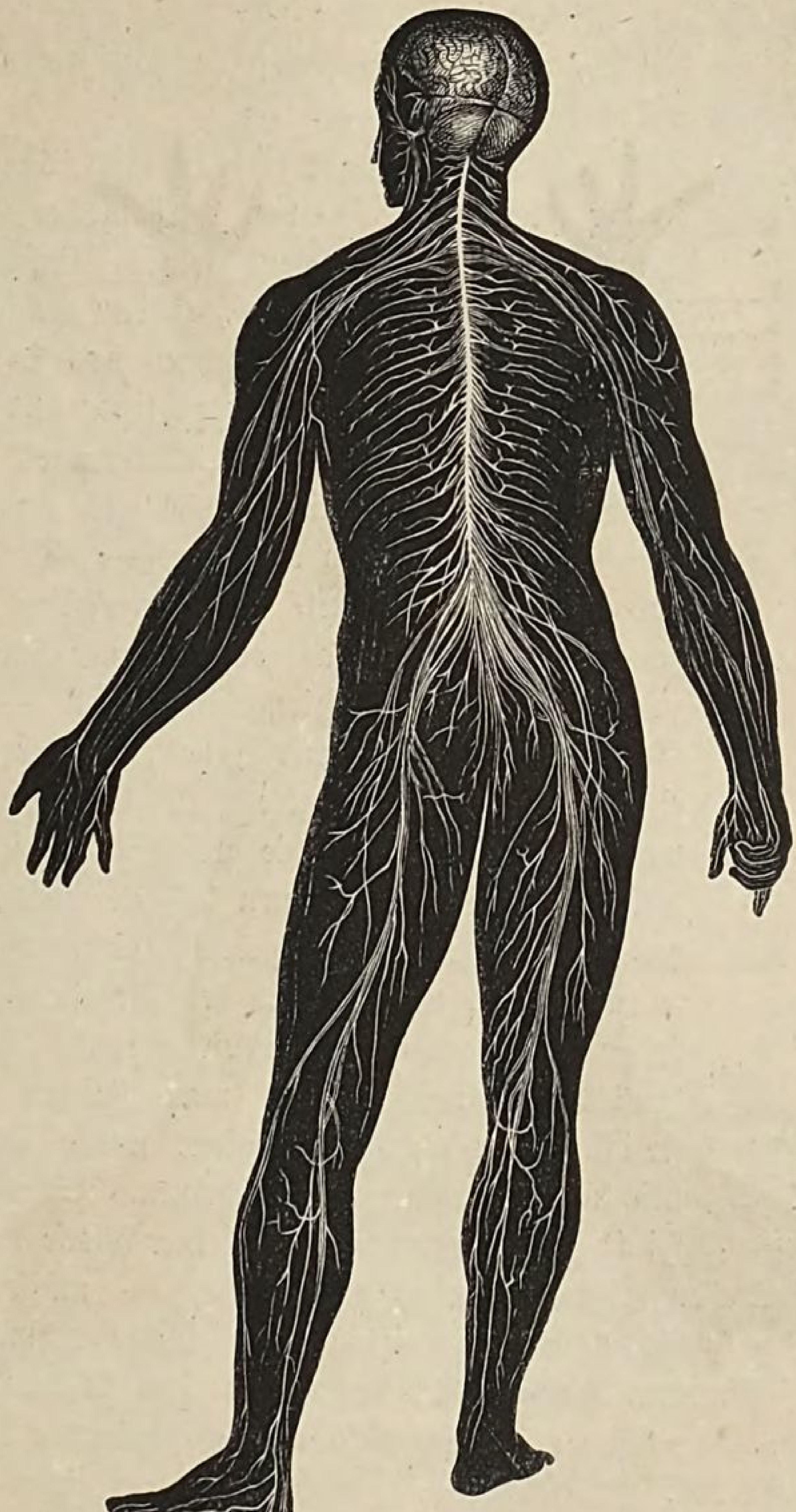


Fig. 24. Nervensystem des Menschen
(vom Rücken aus gesehen).

Die nehmliche Andeutung gewinnen wir aus der Betrachtung der Gehirne verschiedener Wirbelthiere. Auch hier kann man die allmäliche Weiterbildung der Formen aus dem Einfachen in das Zusammengesetzte, aus der Beschränkung in das Weitere verfolgen.

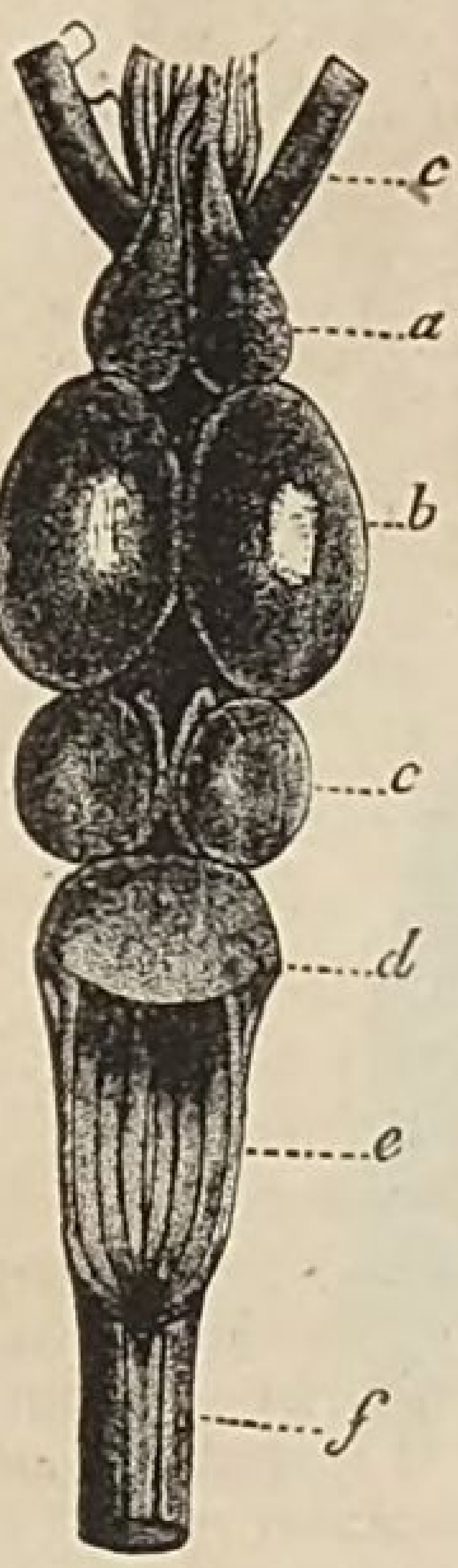


Fig. 25. Gehirn der Seeschildkröte.
a Riechnerven. — b große vordere Hirnhälften. — c Sehhügel. — d kleines Gehirn. — e verlängertes Mark (calamus scriptorius). — f Rückenmark.

Im Gehirn der See-Schildkröte (Fig. 25) ist der „Riechnerv“ (a) von beträchtlicher Größe; das „Vorderhirn“ (b) verdient seines Umfanges wegen bereits die Bezeichnung des „großen“ Gehirnes. Immerhin ähneln die 3 Abtheilungen noch in ihrer rundlichen einfachen Form den „Ganglien“ und übertreffen an Breite nur wenig das Rückenmark. — Ganz ähnlich in seiner Form verhält sich das Hirn der Fische, welches ebenso einen großen „Riech-Lappen“, und im Vorder-, Mittel- und Hinter-Hirn eine Uebergangsform von der Bauform einzelner Anschwellungen zu dem eigentlichen Hirngebilde zeigt. — Wer sich Schildkröten im Zimmer gehalten, wer Fische im eigenen Aquarium längere Zeit beobachtet hat, der weiß auch, wie einfach die geistigen Thätigkeiten sind, welche diese Thiere erkennen lassen. Reichliche Sättigung und angenehme Umgebung (reines Wasser, Luftwärme) ruft einen Zustand des Behagens hervor, in Folge dessen große Lebhaftigkeit eintritt. Zwischen bestimmten Thieren erkennt man Zeichen der Friedfertigkeit oder der Feindseligkeit, welche fast wie Zuneigung und Abneigung erscheinen. Schildkröten und Fische hören auf den Klang einer Glocke und kommen an bestimmte Stellen, ihr Futter zu empfangen, — müssen also der Erinnerung des gehabten Genusses fähig sein. Beide nehmen aus der Hand einer bestimmten Person ihre Leckerbissen und flüchten vor einer anderen Hand, — müssen also beide Hände durch bestimmte Kennzeichen, vielleicht den Geruch, unterscheiden, — und haben zur einen Vertrauen, zur andern nicht. — Dies Alles setzt eine gewisse geistige Thätigkeit voraus, die man mindestens als Unterscheidung von Angenehm und Unangenehm, — sowie als Gedächtniß für diesen Unterschied zu bezeichnen gezwungen ist.

Viel höher entwickelt ist das Hirn der Vögel, wie das Beispiel des

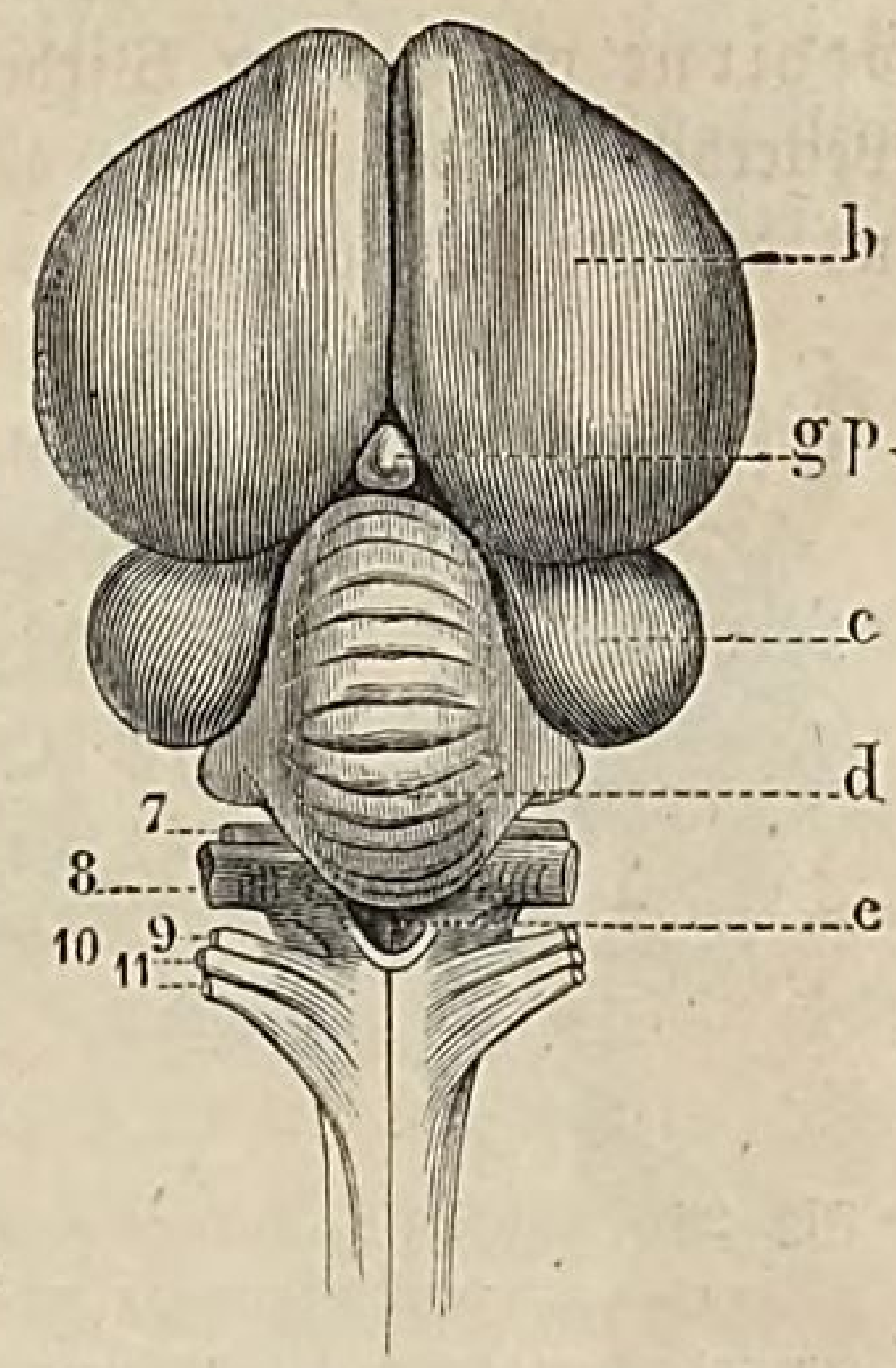


Fig. 26. Gehirn des Truthahnes und Schädelnerven (von unten gesehen).

b großes Vordergehirn. — *c* Sehhügel. — *d* kleines Gehirn. — *e* verlängertes Mark (calamus scriptorius). — *gp* Zirbeldrüse. — 7 bis 11 die paarweise abgehenden Gehirnnerven.

Truthahn (Fig. 26) lehrt. Der „Riechnerv" ist von oben schon nicht mehr zu sehen, denn das „große Gehirn" (b) überdeckt ihn; bei der Betrachtung des Hirnes von der Seite (Fig. 27, a, 1) sieht man, daß er Form und Umfang eines Nerven mittlerer Größe erhalten hat. Die 3 Hirnabtheilungen zeigen noch einfache rundliche Formen, aber das Vorderhirn überwiegt mächtig und die Hirnnerven entspringen in fast derselben Reihenfolge, wie beim Menschen. (Vergl. Kapitel „Rückenmark".) Das Hirn ist bereits eine größere Nervenmasse, welche nicht nur auf alle Körpernerven mächtigen Einfluß ausübt, sondern auch bedeutungsvoller in seiner Verrichtung wird (weil es aus einer vermehrten Zahl der in ihm befindlichen in Thätigkeit tretenden Nervengebilde zusammengesetzt ist) und eine dem menschlichen Denken näher stehende Geistesthätigkeit ermöglicht. Besonders bei denjenigen Vögeln tritt dies hervor, welche nicht nur eine glatte Oberfläche des Vorderhirnes besitzen, wie Gans und Truthahn — sondern bei denen schon durch flachere oder tiefere Windungen die Oberfläche des Hirnes sich vergrößert, wie bei Papageien, Elstern, Hähern und anderen Raben-artigen Vögeln. Ebendeßhalb zeigen diese sich gelehrig, eignen sich als Gesellschaftsthiere des

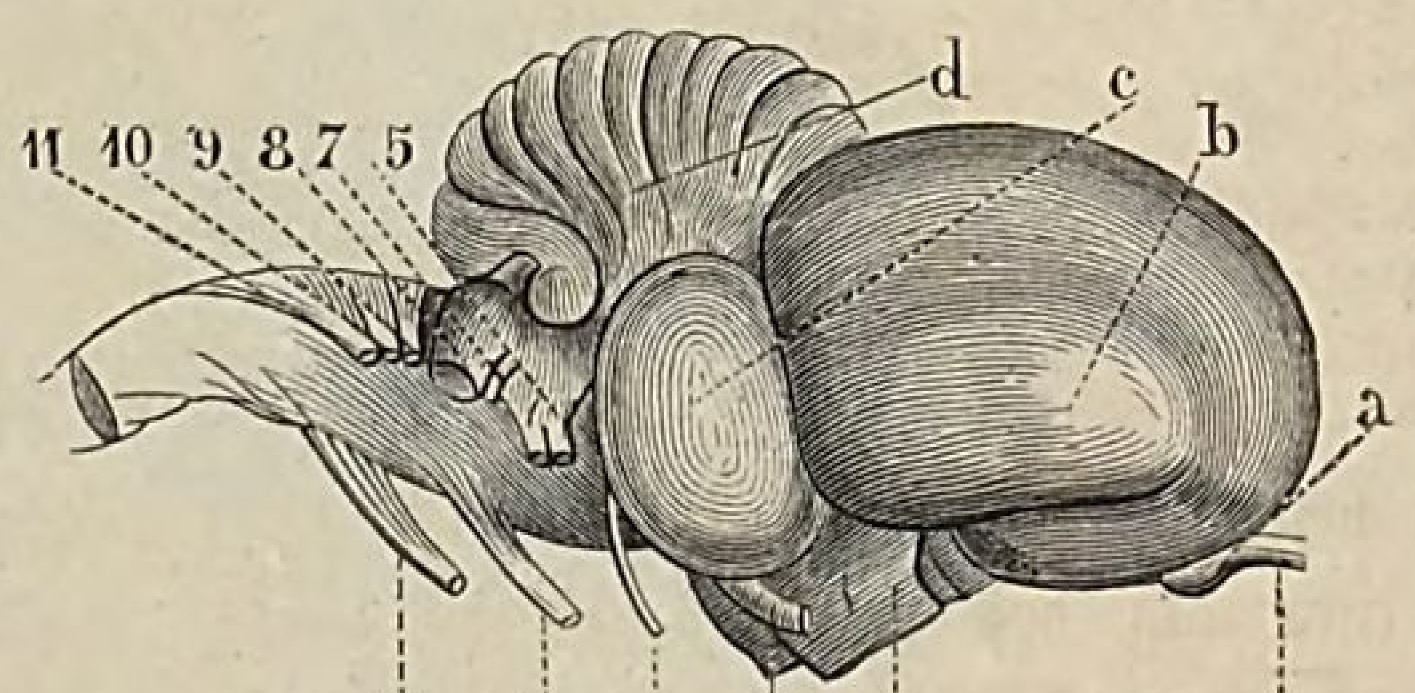


Fig. 27. Gehirn des Truthahnes (von der Seite gesehen).

a Riechkolben. — *b* Großhirn. — *c* Sehhügel. — *d* kleines Gehirn. 1 bis 12 die Gehirnnerven, und zwar 1 Riechnerv. — 2 Sehnerven. — 3 gemeinsame Bewegungsnerven der Augen. — 4 Nerven für die schrägen Augenmuskeln. — 5 dreifach getheilter Nerv. — 6 äußerer Bewegungsnerv des Auges. — 7 Gesichtsnerv (ohne den beim Menschen ihn begleitenden Gehörnerven). — 8 Gehörnerv. — 9 Zungenschlundnerv. — 10 Vagus. — 11 Elftes Paar (N. accesorius). — 12 Zungennerv.

Menschen, und werden ihrem Herrn so ergeben, daß sie vollständig ihm geistig angehören und zum „Individual-Thiere" werden können, — wie Llama, Pferd und Hund. —

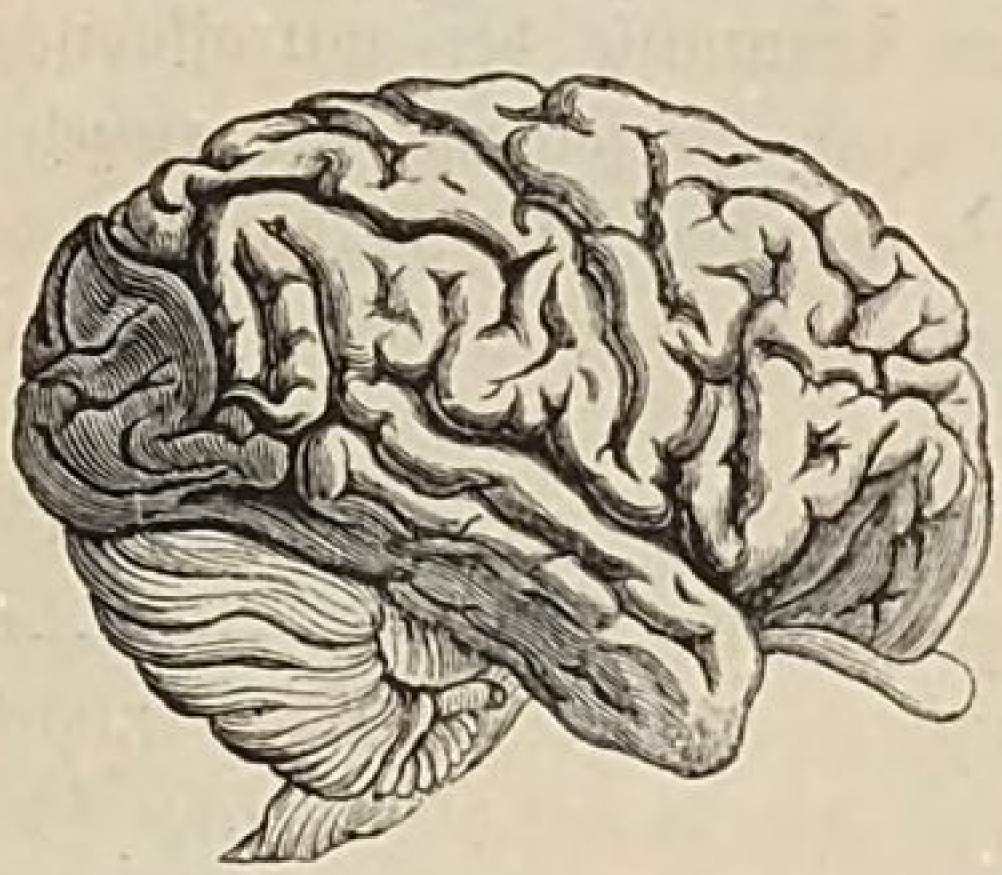


Fig. 28. Gehirn des Orang-Utang (von der rechten Seite gesehen).
Vorn unter dem Gehirn die Riechnerven, hinten das kleine Gehirn und das verlängerte Mark.

Beim Säugethier überwiegt das Vorderhirn mehr und mehr, — wird massiger und auf seiner Oberfläche reicher gefaltet, dem menschlichen Gehirne ähnlicher. Am auffallendsten ähneln sich dem allgemeinen Bauplane nach das Hirn des Affen (Fig. 28) und das des Menschen (Fig. 29), — wie beide auch im Bauplane der Körperformen sich ähnlich sind. Trotzdem wären Vergleiche zwischen den Formen der Gehirne verschiedener Säugethiere und der Menschen ohne Werth für die Einsicht in die Verrichtungen dieser Organe.

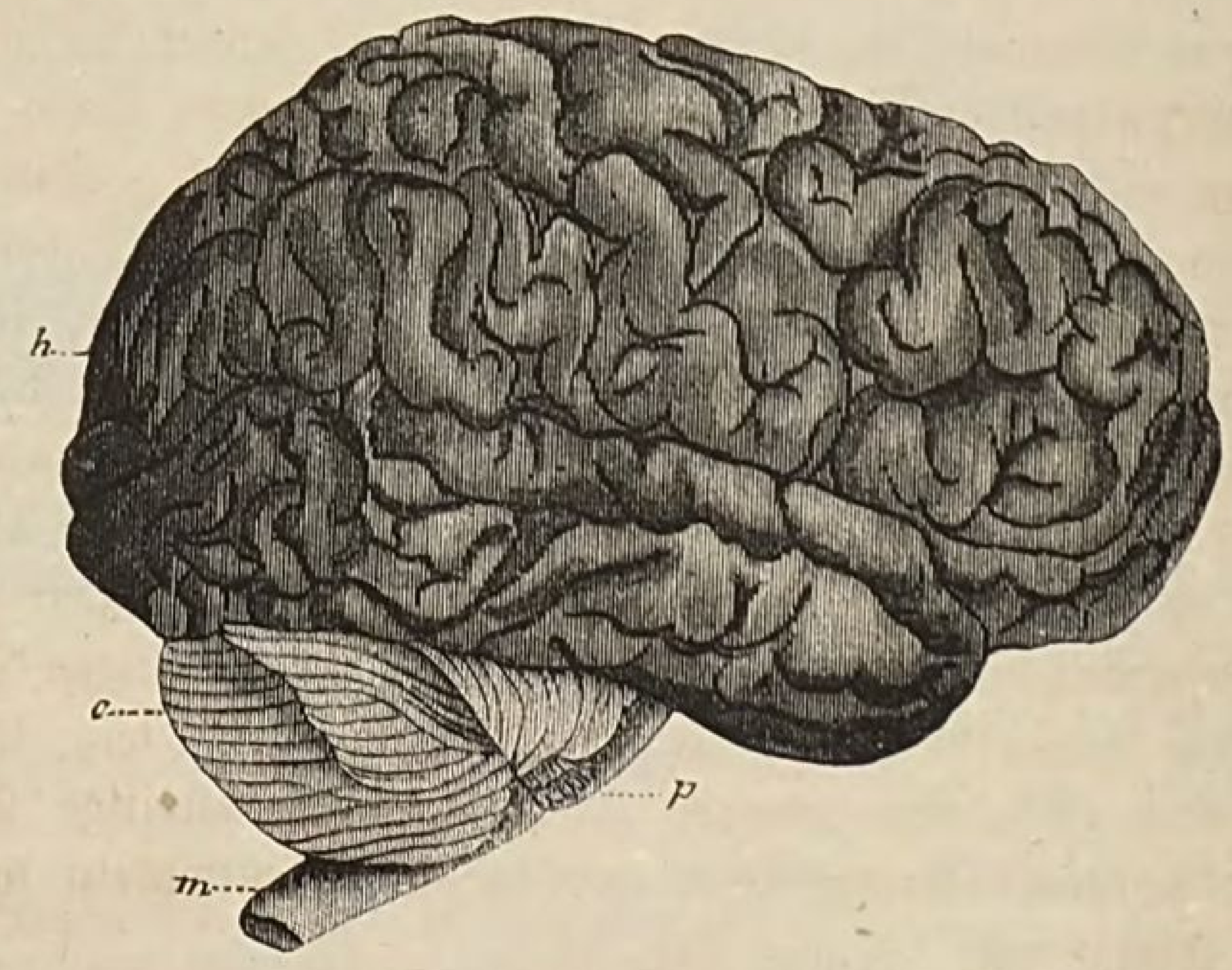


Fig. 29. Gehirn des Menschen
(von der Seite gesehen).

h rechte Hälfte des großen Vordergehirnes. — *p* ringförmige Hervorragung der Varolsbrücke. — *c* kleines Gehirn. — *m* verlängertes Mark und Rückenmark.

Aus der äußeren Form einer Buche und Erle vermag noch Niemand die Eigenthümlichkeiten der Holzarten dieser Bäume, ihr ganz verschiedenes Verhalten bezüglich der Widerstandskraft gegen die Einwirkung des Wassers, bezüglich der Tragfähigkeit, bezüglich des Heizwerthes, zu erkennen. Erst mit Hülfe der genauesten Kenntnisse der mikroskopischen Anatomie, der chemischen Mischung und durch Verfolgung der einzelnen Lebensvorgänge dieser Bäume, hat man die Ursachen erforscht, weßhalb das Erlenholz im Wasser nicht fault, das Buchenholz weniger leicht bricht und mehr Wärme entbindet.

Aber wie man schon an der äußeren Gestalt der Binse, Birke und Eiche von deren verschiedener Leistungsfähigkeit eine Vorstellung empfängt, — so auch aus der Betrachtung der bedeutend unter einander verschiedenen Gehirne von Fisch, Vogel und Mensch. Man erkennt, daß die äußere Form nicht ohne Einfluß ist; aber der heutige Stand der Kenntnisse erlaubt noch nicht, diesen Einfluß in das Einzelne zu verfolgen.

Weitere Beiträge liefert die ärztliche Beobachtung am Kranken.

Sobald durch örtliche Ernährungsstörungen oder aus andern Gründen das große Gehirn des lebenden Menschen abmagert und in seinen einzelnen Theilen „schrumpft" (Atrophie), so daß dann den frei werdenden Raum im Innern der Schädelhöhle wässerige Flüssigkeit an Stelle des Gehirns einnimmt, dann verringert sich auch immer die geistige Kraft und die Erkenntnißfähigkeit schrumpft auf einen engern Kreis der Wahrnehmungen und Gedanken ein: es entsteht Blödsinn. Diese ärztlichen Beobachtungen sind aber um so lehrreicher um deswillen, weil man im Leben nicht den Zustand des Hirns wahrzunehmen vermag, sondern nur die Wirkungen desselben. Vermag man nun aus letzteren die am Hirn entstandenen Veränderungen vorauszusagen, und findet man nach dem Tode des Kranken diese Voraussage durch die anatomische Untersuchung bestätigt, so ist damit gleichsam die Probe für die Richtigkeit der Berechnungen bestanden und das Gleichzeitige beider Erscheinungen bewiesen.

Ferner haben blödsinnig geborne Menschen (Idioten, Cretins) ein kleines, vom Hirn des gesunden Menschen durch dürftige Entwickelung sich unterscheidendes Gehirn, und eben so dürftig entwickeln sich auch ihre geistigen Fähigkeiten. (Siehe Fig. 33.)

Endlich lehrt die ärztliche Beobachtung, daß, wie unsere Körpernerven (z. B. bei dem erwähnten „Wittwerstoß" am Ellenbogen), so auch die Nerven unseres Hirnes durch schwachen Druck vorübergehend schmerz-

lich erregt oder betäubt, durch starken Druck dagegen für längere Zeit oder andauernd ihrer Verrichtung beraubt werden. Tiefe Verwundungen des Gehirns beeinträchtigen die geistige Thätigkeit nur wenig, so lange das Leiden ein örtliches bleibt und keinen Druck auf die Gesammtmasse des Gehirnes ausübt; aber sobald dieses Letztere geschieht, wird auch sicher selbst von an sich geringfügigen Störungen die Thätigkeit des Gehirnes unterbrochen: Sinneswahrnehmung und Denken wird behindert, das Bewußtsein schwindet. Wir haben dies an anderem Orte ausführlich nachgewiesen*). Der unmittelbare Beweis ließ sich sogar bei Verwundeten führen, denen durch die Wunde ein Theil des Schädelgewölbes zerstört war; „das Bewußtsein schwand sogleich, wenn das bloßliegende Gehirn gedrückt wurde, und kehrte schnell zurück nach Aufhören des Druckes.“ (d.)

Wenn nun feststeht, daß im Hirn „Gedanken“ gebildet werden, — wenn aus der Vergleichung der Thierhirne sich ergibt, daß mit der höher und vielfacher entwickelten Form des Hirnes auch ein höheres und vielfacheres Geistesleben gefunden wird, — wenn endlich der Vergleich zwischen dem gesunden und dem kranken Menschen ergibt, daß mit der Abnahme der Menge des Gehirnes auch eine Abnahme der Gedankenbildung erfolgt, — sollte nicht dann die Schlußfolgerung gerechtfertigt sein, daß auch beim gesunden Menschen die Masse des Gehirnes den Grad der Denkfähigkeit bestimmt? Mit anderen Worten, daß Jeder um so klüger und geistvoller sei, ein je größeres Hirn er besitze? — Diese Schlußfolgerung würde irrig sein. So einfach ist der Vorgang des Denkens im Gehirn keineswegs, daß die Masse des Hirnes „Gedanken“ lieferte, wie sich aus der Masse der Citrone „Saft“ pressen läßt, und daß demnach von der Größe des Organs die Größe dessen abhinge, was es leistet. Sehen wir nicht auch, daß Ungeschickte und Ungeübte mit großen Muskeln wenig Kraft und Gewandtheit haben, während dagegen minder kräftige und minder muskulöse Menschen Höheres leisten? Man muß sich sehr hüten, in der Naturwissenschaft zu weit in seinen Schlußfolgerungen zu gehen, wenn man nicht auf Abwege gelangen will. Die naturwissenschaftliche Arbeit gestattet, aus sinnlichen Wahrnehmungen eine Schlußfolgerung zu ziehen; aber auf diese

*) Man findet eine ausführliche Darlegung dieses Verhältnisses in dem Abschnitte „Einfluß des Geistes auf den Körper“ des Werkes: Geist und Körper in ihren Wechselbeziehungen, von Karl Reclam. Leipzig und Heidelberg, 1859, S. 96 f.

eine zweite zu gründen, gestattet sie nicht, wenn nicht die erneute Grundlage abermaliger Sinneswahrnehmung und Beobachtung vorhanden ist. Deshalb eben ist unser Wissen auf die Gegenwart beschränkt.

Allerdings ist Größe und Gewicht des Gehirnes bei verschiedenen Personen oft sehr ungleich. Schon Aristoteles wußte, daß das Gehirn des Weibes leichter sei, als das des Mannes und neuere Untersuchungen haben dies bestätigend erwiesen, daß im Durchschnitt das Hirn eines kräftigen Mannes 1424 Grammen (= 2 Pfd. 25 ½ Loth), das eines Weibes 1272 Grammen (= 2 Pfd. 16 ⅓ Loth) wiegt, so daß die Frau ungefähr so viel Gehirn, als der Raum einer mäßigen Kaffeetasse beträgt, weniger hat, als der Mann.

Im Leben erscheint zwar der Kopf der Frau eher größer, als der Kopf des Mannes; doch wird dies nur durch die verschiedene Haartracht Beider bewirkt. Vergleichen wir aber im Tode die sorgsam nach der Natur gezeichneten Skelete Beider (Fig. 30 und Fig. 31), so tritt der Unterschied sofort uns entgegen. Der weibliche Schädel ist kleiner, runder und nähert sich mehr der Kugelgestalt, weil er weniger Hervorragungen und eine niedrigere Stirn besitzt; auch das Gesicht ist kürzer und runder. Der Brustkasten des Mannes ist nach allen Richtungen größer, und wie alle Knochen, so zeigt auch das Gerüst des Brustkastens stärkere, massigere Formen, während der Brustkasten des Weibes durch größere Elasticität der Knochen sich auszeichnet. Die Lendenwirbel der Frau sind etwas höher, dadurch wird ihr Wuchs schlanker; die Beckenknochen aber sind erheblich breiter und in Folge dessen stehen die Knochen der Oberschenkel schräg mit den Knien gegen einander. Wie beim Weibe die Arme durch kleinere Schulterblätter, kürzere Armknochen und kleinere Hände weniger geeignet zu solchen Arbeiten sind, welche Kraft erfordern, so sind die Beine wegen der Richtung der Schenkelknochen, des schwächeren Knies und der zierlicheren Füße minder passend zum Laufen. Während aber das Gehirn des Weibes seinem mittleren Gewichte nach an und für sich ein wenig kleiner ist, als das männliche Gehirn, hat es dagegen im Verhältniß zum allgemeinen Körpergewichte, oder verglichen zur Größe der sämmtlichen Körpernerven eine verhältnißmäßig größere Schwere, als das der Männer. — Man kann also Mann und Frau in Bezug auf ihre Hirngewichte nicht mit einander vergleichen, da die Körperverhältnisse beider zu bedeutende Abweichungen zeigen, als daß der Vergleich einzelner Theile der Organismen ohne weiteres zu einem gesicherten

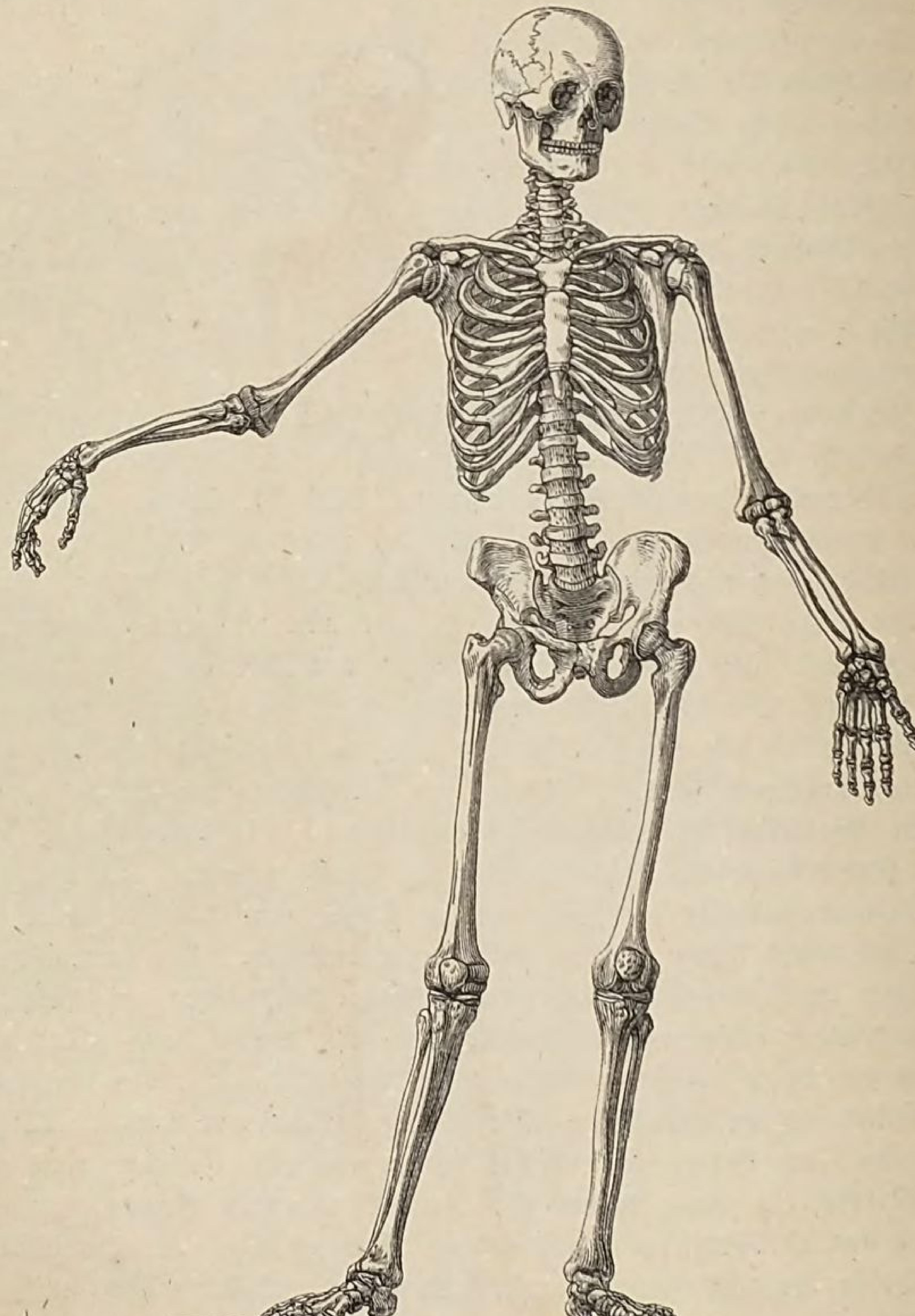


Fig. 30. Das männliche Skelet in seiner vollkommensten Form und Eigenthümlichkeit. (Nach Bern. Sigf. Albinus. 1747.)

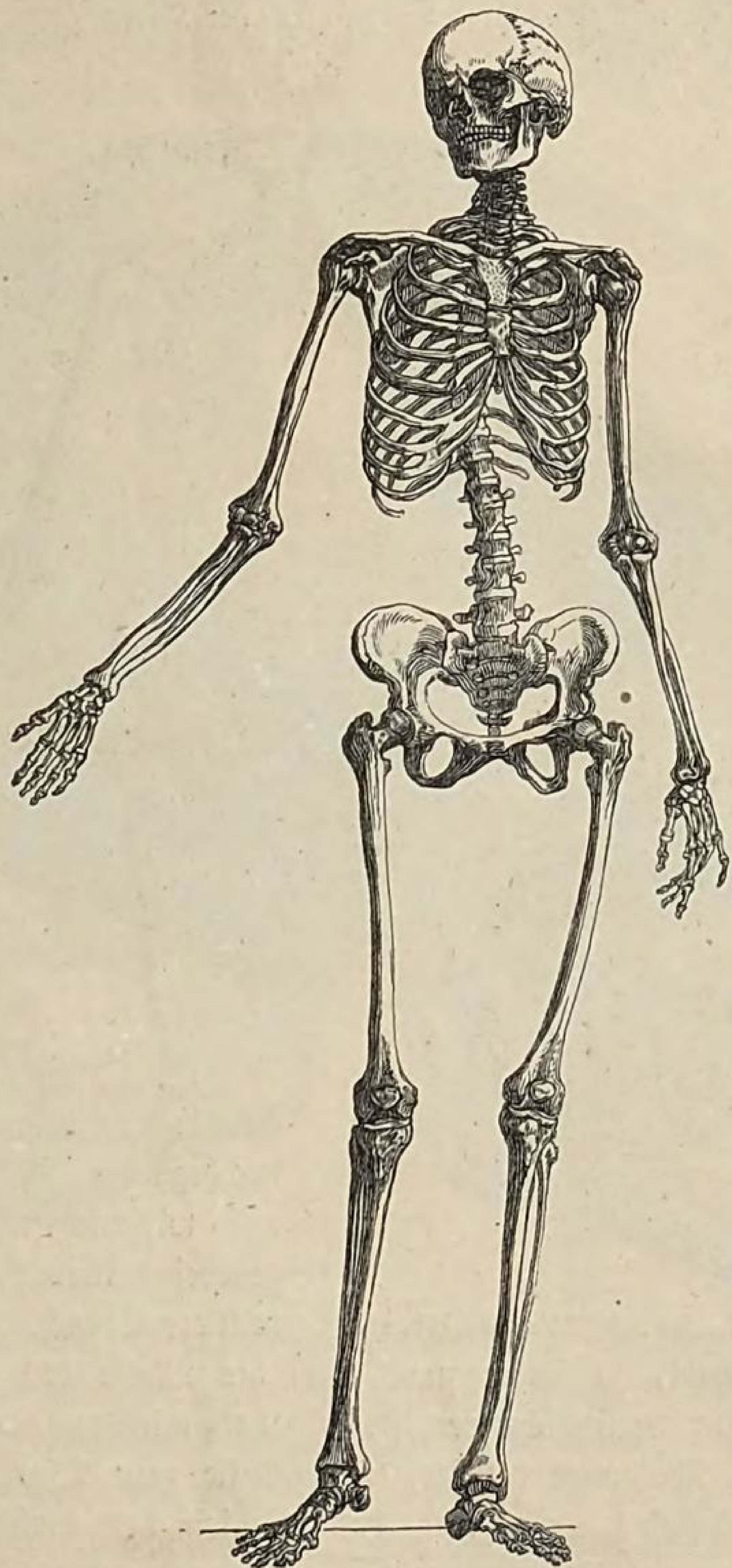


Fig. 31. Das weibliche Skelet in seiner vollkommensten Form und Eigenthümlichkeit.
(Nach Sam. Thom. Sömmering. 1797.)

Ergebniß führen könnte. Man muß vielmehr die Hirngewichte eines und desselben Geschlechtes mit einander vergleichen, was nur für Männergehirne ausführbar ist, da wir zu wenige Wägungen der Hirne geistig hochstehender, begabter Frauen besitzen.

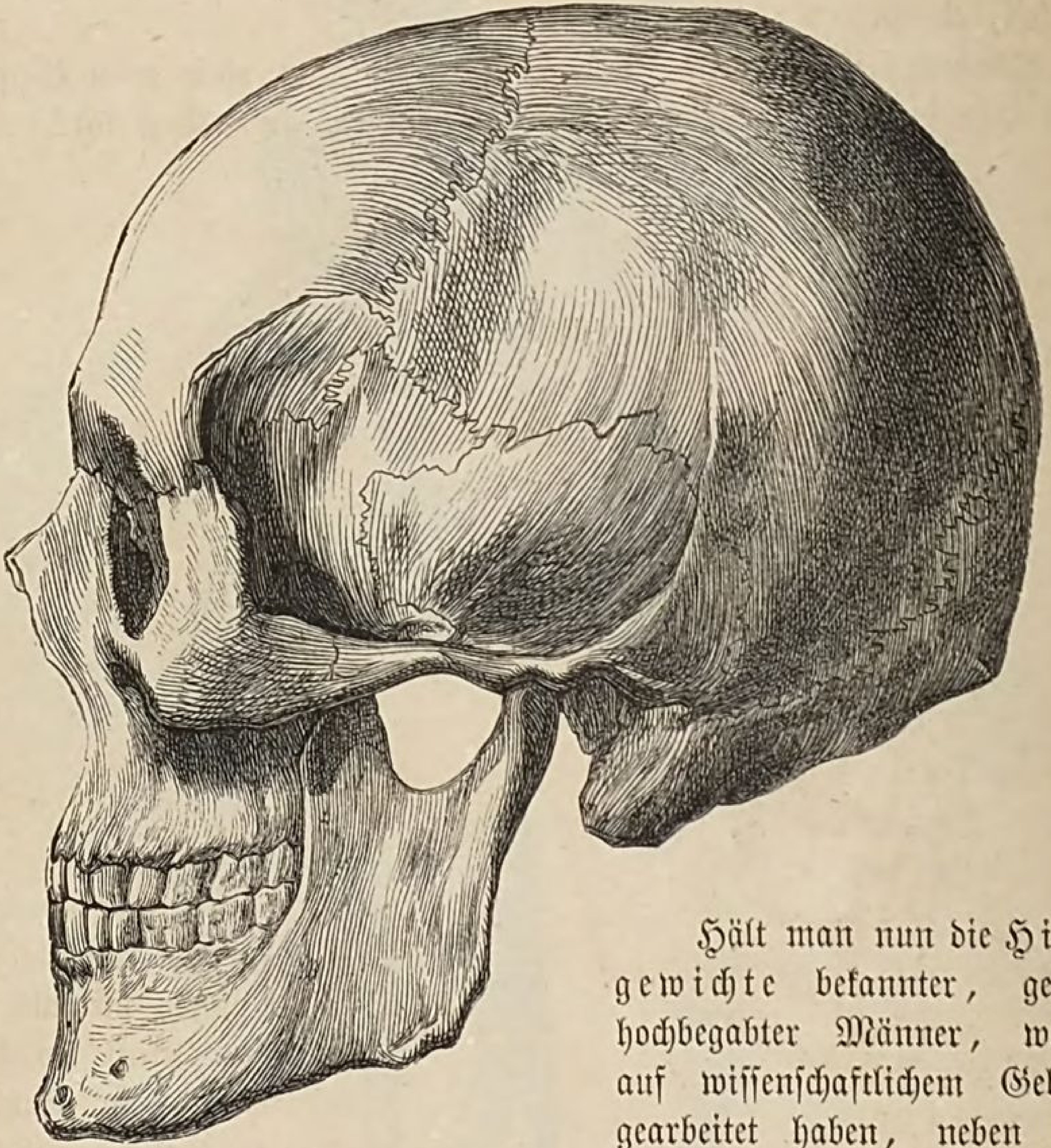


Fig. 32. Der Schädel Schillers.

Hält man nun die Hirngewichte bekannter, geistig hochbegabter Männer, welche auf wissenschaftlichem Gebiete gearbeitet haben, neben das mittlere Gewicht gesunder Männer ohne Auswahl, so findet man, daß die Masse des Gehirnes der Geistesstreiter nur wenig schwerer ist, als das mittlere Gewicht bei kräftigen Männern überhaupt beträgt, ja daß sie zum Theil noch unter demselben sich befindet. So wog das Gehirn des berühmten Naturforschers Cuvier 1861 Gramme, — des bekannten Dichters Lord Byron 1807 Gramme, — des scharfsinnigen Mathematikers Dirichlet 1520 Gramme, — des großen Vordenkers auf mathemathischem Gebiete, Gauß, 1492 Gramme, — das des geistreichen Chirurgen Dupuy-

tren nur 1437, — und des bahnbrechenden gelehrten Philologen Hermann nur 1358, — während das Gewicht des Gehirnes des Gelehrten Hausmann, eines hochgewachsenen Mannes, sogar nur 1226 Gramme betrug, mithin nicht einmal den Mittelschlag des Hirngewichtes bei Weibern erreichte. Das Größenverhältniß der Masse bestimmt also die Leistungsfähigkeit des Gehirnes nicht.

Allerdings ist auch die Masse des Hirnes nicht ohne allen Einfluß, wenn man die äußersten Grenzen der Verhältnisse in's Auge faßt. Wie

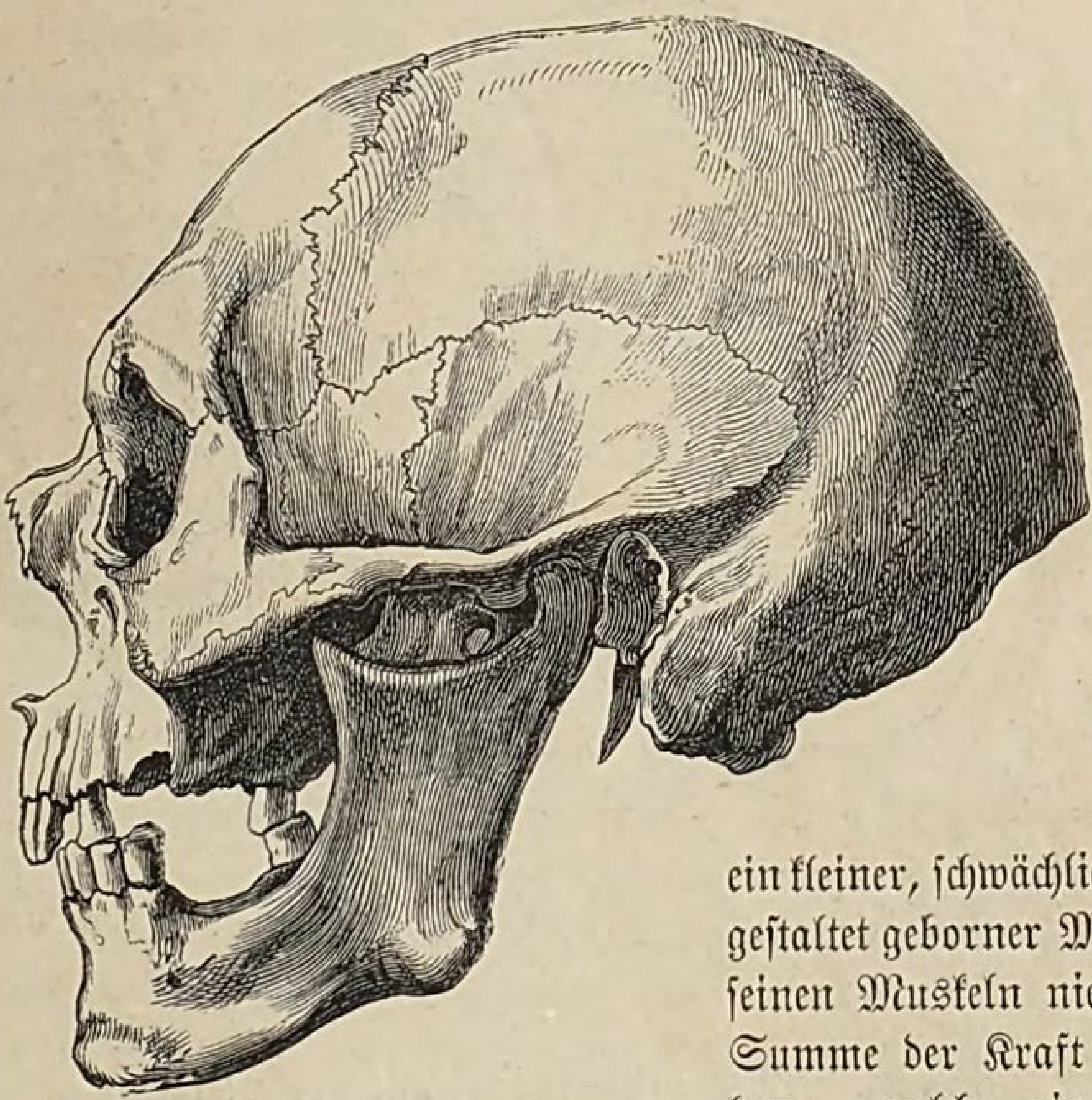


Fig. 33. Der Schädel eines Blödsinnigen.

ein kleiner, schwächlicher, mißgestaltet geborner Mensch mit seinen Muskeln niemals die Summe der Kraft etwickeln kann, welche ein wohlgewachsener großer „Athlet" besitzt, so wird auch auf geistigem Gebiete das voll ausgebildete Denkorgan eines Gedanken-Arbeiters Anderes und Höheres leisten, als das ungenügend entwickelte Hirn des geistigen Schwächlings. Betrachten wir den Schädel Schillers (Fig. 32), welcher nicht nur durch harmonische Entwickelung aller Theile und durch schön abgerundete Form, sondern auch durch Größe der Hirnmasse sich vortheilhaft vor andern Schädeln auszeichnet, — und halten wir daneben den Schädel eines durch ungenügende Hirnentwickelung Blödsinnigen (Fig. 33), so erkennen wir aus dem

Vergleiche beider Hirnkapseln, daß nicht nur in der zurückweichenden niedrigen Stirn, im abgeflachten Hinterhaupte, und in den vorgestreckten Gesichtsknochen der Vergleich zu Ungunsten des Letzteren ausfällt, — sondern daß die Gesammtmasse des Gehirnes bei unserem großen Nationaldichter um bedeutend mehr als das Doppelte die Hirnmenge des unglücklichen Geisteskrüppels überwog. — Beide Schädel sind um so mehr zum Vergleiche geeignet, als der Blödsinnige im Irrenhause zu Dessau im Alter von 44 Jahren starb (also bis auf zwei Jahre dasselbe Lebensziel erreichte,

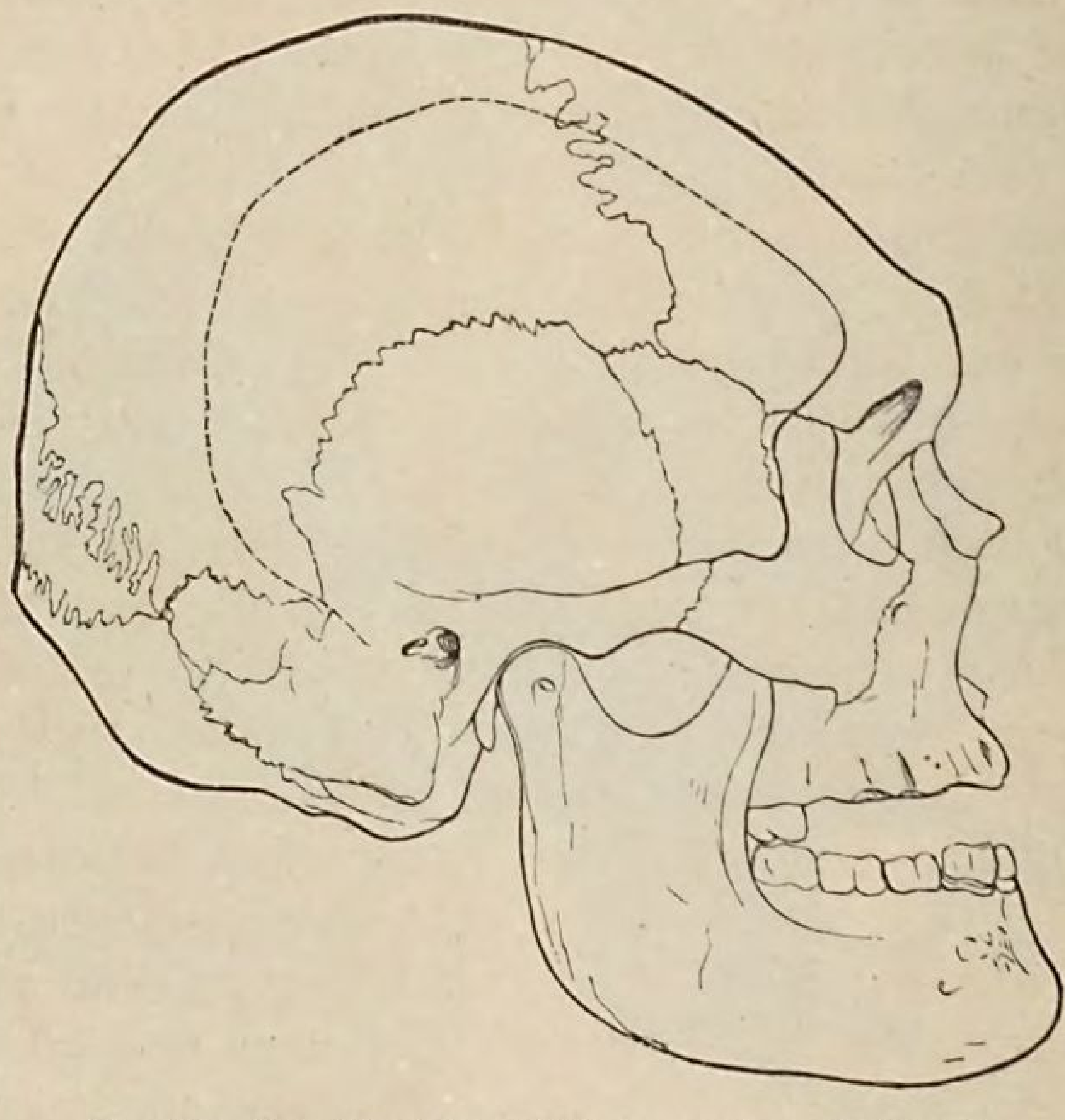


Fig. 34. Ein Menschenschädel aus der Steinzeit.

wie Schiller) und sein Kopf in der allgemeinen Schädelform weniger vom gesunden Schädel abweicht, als dies sonst bei Blödsinnigen dieser Art zu sein pflegt.

Ein anderes Beispiel sind die Schädel der Menschen aus der Zeit der Steinwerkzeuge und der Pfahlbauten, von denen man eine Anzahl gefunden hat. Die Abbildung eines solchen (Fig. 34), welcher zu Boreby in Dänemark aus einem alten Grabe, in welchem sich außer den Resten menschlicher Skelete nur noch Steinwerkzeuge fanden, ausgegraben wurde, zeigt in der zurückgebogenen flachen Stirn ebenfalls geringe Ent-

wickelung des Denkorganes; — allein gegenüber dem Blödsinnigen macht sich die größere Höhe und Wölbung des Scheitels, die massigere Form des Hinterkopfes günstig geltend, und widerspricht der willkührlichen Behauptung, daß wir es etwa mit dem Schädel eines Blödsinnig-Geborenen zu thun hätten, welchem man nach der abergläubischen Weise wenig civilisirter Völker ein ehrenvolles Begräbniß gleich einem Häuptling gegeben. Bis jetzt haben die Schädelfunde aus der Steinzeit insgesammt ein wenig entwickeltes Gehirn angedeutet. Ist es denn überraschend, wenn der kaukasische Stamm in Jahrhunderte langer zäher, ernster Denkarbeit sich das Organ des Denkens gekräftigt hat, und, wenn es unter dem Einfluß dieser Kräftigung von den Eltern auf die Kinder in immer höherer Entwickelung vererbt wurde, das Organ auch in Masse zunahm? Sollen Jahrtausende lang fortgesetzte Einwirkungen gleichmäßiger Art nicht endlich den aus ihrer summirten Einwirkung hervorgehenden Ausdruck finden? Und wenn man sich wundert, daß die Gehirn-Form und Größe erblich sein soll, so wollen wir einhalten: Wäre dies denn überraschender, als daß die Form und Größe der Nasen erblich ist?

Man könnte jedoch einwenden: die äußere Form des Antlitzes ist eine „Stammeseigenthümlichkeit", und wenn die Semiten ihren Abkömmlingen krumme Nasen vererben, die Kalmüken aufgestülpte und die Kaukasier gerade, so ist es die gemeinsame Form des Stammes, welche sich hierin ausspricht. — Dem ist entgegenzuhalten, daß der „Stamm" kein gegebenes Ganze darstellt, sondern daß er aus vielen einzelnen Personen besteht, daß mithin die „Einzelnen" als Eltern ihren Kindern eine Eigenthümlichkeit vererben, welche nur eben durch die Uebereinstimmung Vieler zur sogenannten Stammeseigenthümlichkeit wurde. — Und wenn es längst erwiesen ist, daß auch ohne Beispiel oder Einfluß der Erziehung gewisse geistige Eigenthümlichkeiten bei den Kindern wiederum auftreten und ganz in der Weise wie bei den Eltern sich geltend machen, weshalb soll dann die Form und Größe des Organes, durch welches jede geistige Thätigkeit ausgeführt wird, dieser Erblichkeit entbehren? — Die Beobachtung, daß Eigenartigkeit sich vererbt, ist nicht neu. Aristoteles beobachtete schon, daß das Böckchen mit den Hörnern stoßen lerne, auch wenn es in Einsamkeit und ohne jemals einen anderen Bock gesehen zu haben, aufgezogen wurde. Lessing hat die Beobachtung ererbter Vorliebe für gewisse Bewegungen bereits im „Nathan" in der Figur des „Tempelherrn" als Erkennungsmittel für dessen Abstammung benutzt.

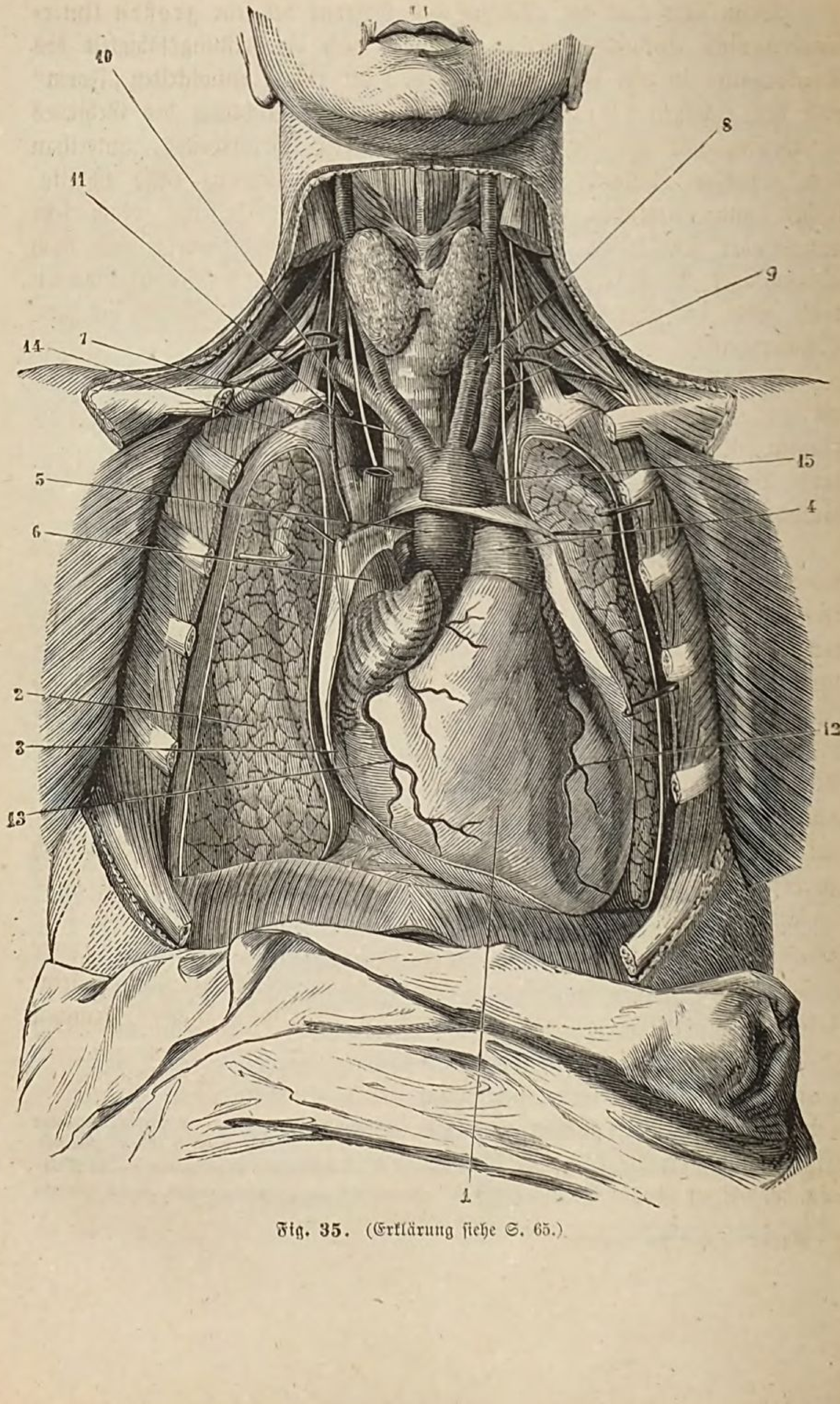


Fig. 35. (Erklärung siehe S. 65.)

Wenn aber auch die „Masse“ des Gehirns bei sehr großen Unterschieden nicht einflußlos bleibt, so hängt doch die Leistungsfähigkeit des Denkorganes in viel höherem Grade von der richtig entwickelten „Form“ und der richtigen „Ernährung“ ab. Die Verrichtung des Gehirnes ist ebenso, wie die Verrichtung jedes andern Körpertheiles, unterthan dem gesunden Zustande und der regelrechten Ernährung (also physikalischen und chemischen Vorgängen in den Gewebstheilen). Nach sehr anhaltender Denkarbeit peinigt uns ebenso der Kopfschmerz, als nach übermäßiger Muskelarbeit die Uebermüdung sich durch Muskelschmerzen kund gibt: der übermäßige Stoffverbrauch steigerte die Ermüdung bis zum Schmerzgefühle.

Betrachten wir zunächst einige Beziehungen zu Ernährungsvorgängen. — Störungen im Umlaufe des Blutes sind immer auch Störungen im Geistesleben; gesteigerter Blutzufluß bedingt Aufregung, während Verringerung der Blutmenge Abspannung und schließlich völlige Unthätigkeit hervorruft.

Für die Nothwendigkeit guter Ernährung des Gehirnes zum Zwecke seiner Verrichtung spricht die unverhältnißmäßig große Menge des Blutes in demselben; denn während das Hirn nur den 45. Theil des gesammten „Körpergewichtes“ ausmacht, nimmt es den 5. Theil der gesammten „Blutmasse“ in sich auf. Zwar kann während des Lebens (mit Hülfe der bei Besprechung des Rückenmarkes zu erwähnenden Vorrichtungen) die Blutmenge des Gehirnes bald etwas größer, bald etwas kleiner sein, ohne daß Umfang und Größe desselben eine Aenderung erlitte; allein immer ist die Menge des Blutes eine viel bedeutendere, als sie zur Ernährung des Organes nöthig wäre. Man ist daher schon hierdurch zu der Annahme berechtigt, daß das Hirn für seine Verrichtung einer reichlichen Blutmenge bedarf. — Noch auffallender aber sind die Verhältnisse des Blutumlaufes im Gehirn. Dafür, daß dieser letztere immer regelmäßig von Statten gehe, — daß die Blutzuführung keine Hindernisse erfahre, — daß der Abfluß des Blutes nicht Störungen

---

Fig. 35. Herz und große Gefäße; Ursprung der Pulsadern des Halses. (1/4 der natürlichen Größe.)

1 Herz. — 2 Lungen. — 3 Geöffneter Herzbeutel. — 4 Lungen-Pulsader. — 5 Größte Pulsader (Aorta). — 6 Obere Hohlvene. — 7, 8, 9 die großen Pulsadern des Halses (Brachiocephalica, Carotis sin., Subclavia sin). — 10 Innere Brust-Pulsader; abgeschnitten. — 11 Pulsader, 14 Nerv des Zwerchfelles. 12 vordere, 13 hintere Kranzader des Herzens. — 15 Lungen-Magen-Nerv.

erleide, — dafür sind in wunderbarer Weise Vorkehrungen im menschlichen Organismus getroffen.

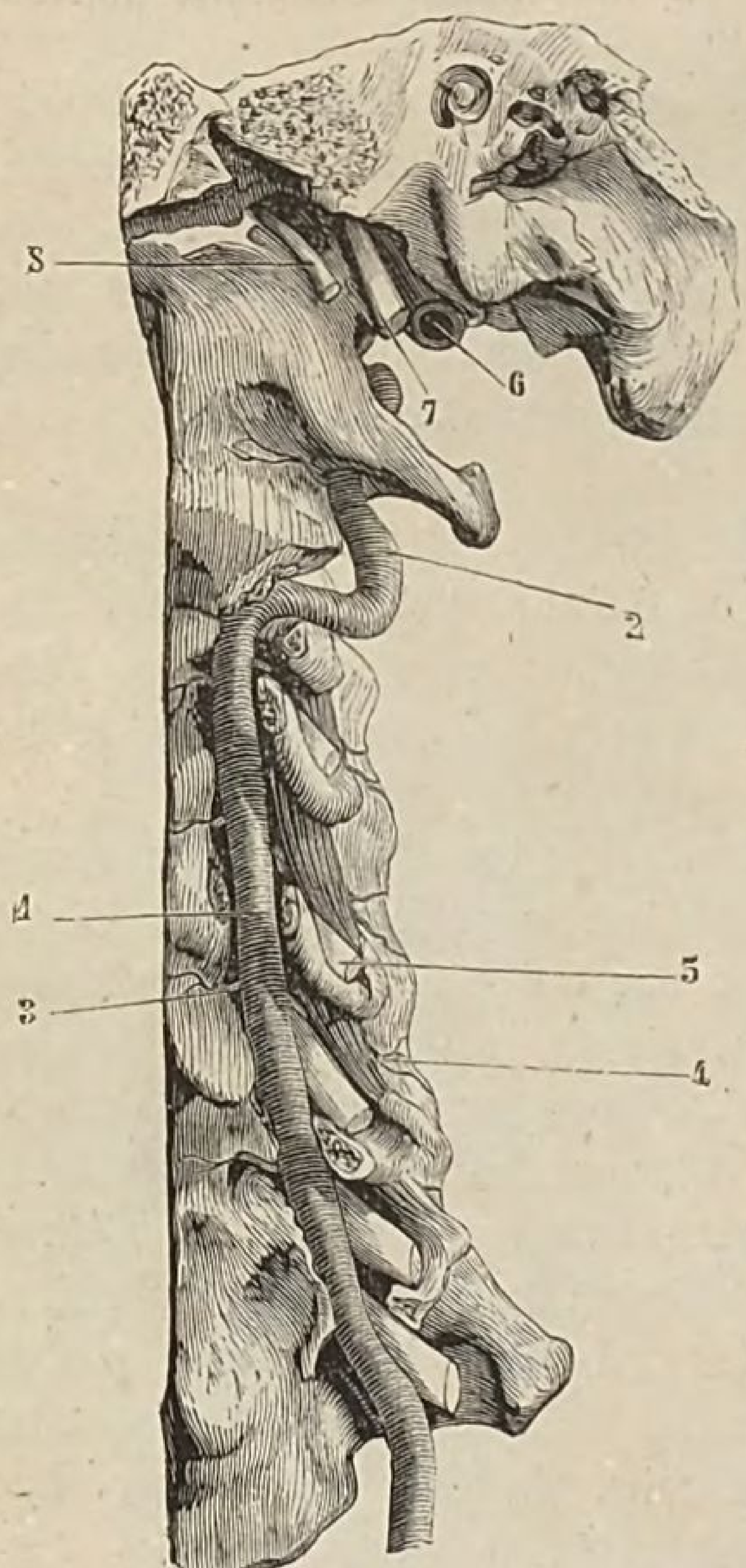


Fig. 36. Wirbel-Pulsader (Arteria vertebralis) im Kanale der Querfortsätze der Halswirbel. (5/7 der natürl. Größe.)
1 Die Pulsader. — 2 Erste Windung der Ader. — 3 Vorderer, 4 hinterer Bogen. — 6 Innere Drossel-Blutader. — 7 Lungen-Magen-Nerv. — 8 Zungen-Schlund-Nerv.

Die Sorge für reichlichen Zufluß übernehmen in der Hauptsache die Pulsadern (Arterien) des Halses; in der nächsten Nähe des Herzens (Fig. 35) entspringen dieselben aus dem Bogen der Aorta und verlaufen gerade gestreckt, auf dem kürzesten Wege das Blut zum Kopfe emporführend, während sie unmittelbar beim Eintritte in den inneren Schädelraum in vielfachen Windungen sich schlängeln, so daß wir den Kopf gewaltsam bewegen können, ohne daß die Pulsadern in Gefahr kommen, gezerrt, gedrückt, oder zerrissen zu werden. Die an der hintern Seite der Halswirbel verlaufende Pulsader (Fig. 36) wird durch besondere Bögen der Wirbelknochen in ihrem Verlaufe geschützt und zeigt ebenfalls dicht am Schädel (Fig. 36, 2) die erwähnten Windungen. Dem Rückflusse des Blutes aus dem Kopfe dienen mächtige Blutadern (Venen), welche noch unter sich vielfach verbunden, (unmittelbar vor der Kropfdrüse sogar oft in Form eines Kreuzes) (Fig. 37) dem Blutstrome Seitenbahnen eröffnen, falls durch Druck auf den Hals irgendwo eine Hemmung stattfinden sollte. — Ueberblickt man die Masse der zuführenden und rückführenden Blutgefäße am Halse von der Seite (Fig. 38), so erkennt man nicht nur, aus wie vielen

einzelnen Organen kunstvoll zusammengesetzt der menschliche Hals ist, — sondern es wird auch glaubhaft, daß die sämmtlichen Blutgefäße unseres

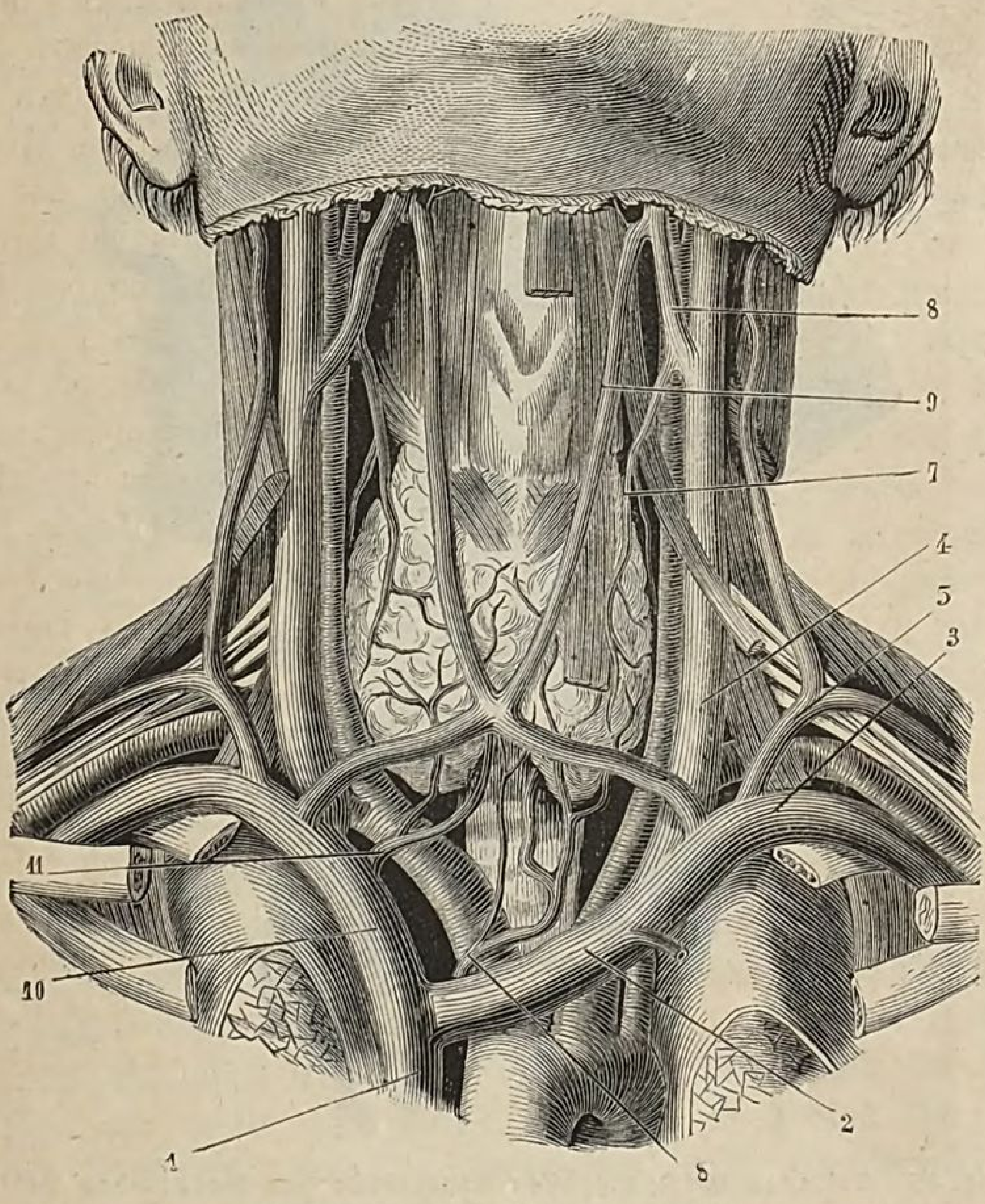


Fig. 37. Blutadern (Venen) des Halses.
($^1/_2$ der natürlichen Größe.)

1 Untere Hohlvene. — 2, 3 Die links unter dem Schlüsselbeine vom Arme herkommende Blutader. — 4 Innere, 5 äußere linke Drossel-Vene. — 6 Untere, 7 obere Blutader von der Kropfdrüse. — 8 Blutader vom Gesicht. — 9 Eine Blutader, welche mit der entsprechenden von der andern Seite sich in Form eines Kreuzes verbindet. — 10 Der Hauptstamm, und 11 die Blutader von der Kropfdrüse, der rechten Seite. — Hinter den Venen sieht man die aus Fig. 36 bekannten Pulsadern (Arterien).

Halses auf dem Querschnitte etwa um das Dreifache den Raum des Querschnittes der großen Blutgefäße unseres Schenkels übertreffen. Und doch erscheint uns der letztere als ein größeres, massigeres Organ, welches

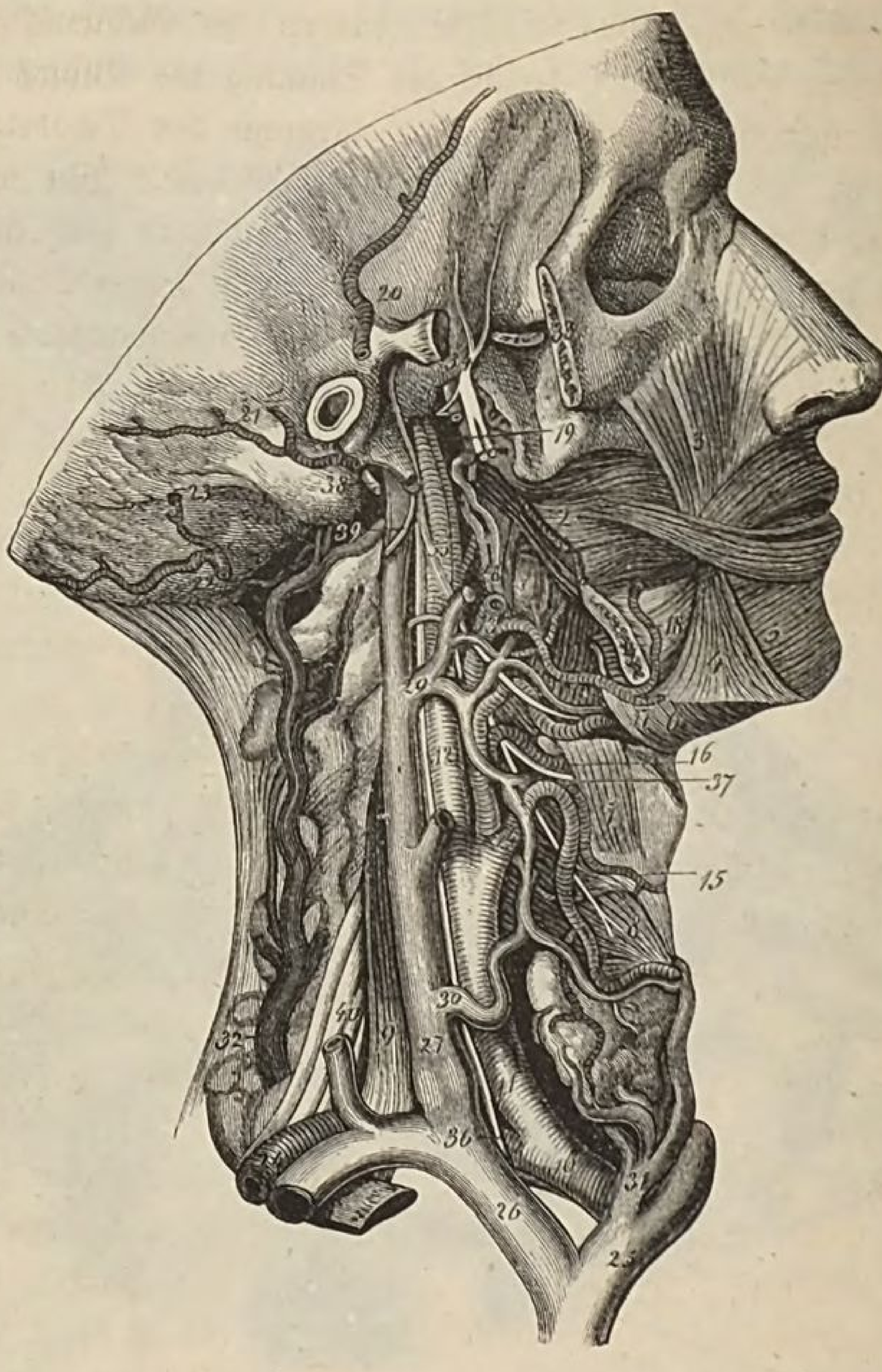


Fig. 38. Seitenansicht der großen Blutgefäße und Nerven des Halses.
($1/3$ der natürlichen Größe. Nach Luschka.)

1 Mandel von außen. — 2 Backen-Muskel. — 3 Oberlippen-Muskel. — 4 Dreiseitiger, 5 vierseitiger Kinn-Muskel. — 6 Unterkiefer-Zungen-Muskel. — 7 Zungenbein-Schildknorpel-Muskel. — 8 Schild-Ringknorpel-Muskel. — 9 Vorderer Rippenhalter. — 10 Rechte „Pulsader ohne Benennung". aus der Aorta entspringend und übergehend in 11 die rechte Drosselpulsader, welche 12 einen inneren, 13 einen äußeren Zweig, und 14 die Pulsader zur Kropfdrüse abgibt. — Kleinere Pulsadern gehen 15 und 16 zum Kehlkopf, 17 zur Zunge, 18 zum Unterkiefer, 19 zum Schlund, 20 zu den Schläfen, 21 zum Ohre, 22 und 23 zum Hinterhaupte. — 24 Die Pulsader unter dem rechten Schlüsselbeine. 25 Linke, — 26 rechte „Blutader ohne Benennung"; letztere geht in 27 die innere Drosselvene über, welche oben das Blut aus 28 dem Schlunde, 29 aus Zunge und Kehlkopf, — 30 aus der Kropfdrüse aufnimmt; von letzterer fließt auch Blut durch 31 die untere Kropfdrüsen-Blutader ab. Hinten am Halse sieht man noch 32 die tiefliegende Nacken-Blutader, welche sich in die unter dem Schlüsselbeine verlaufende einsenkt. — Von Nerven zeigt die Seitenansicht des Halses: 33 den Oberkiefer-Nerv (zweiter Ast des Trigeminus-Nerv), welcher Wangenhaut, Gaumen, den hinteren Theil der Nase

noch außerdem die gesammten zuführenden und rückführenden Blutgefäße des Unterschenkels umschließt. — Im Innern des Gehirnes finden sich wiederum andere Hülfsmittel, welche der Stauung des Blutes vorbeugen.

Das menschliche Gehirn liegt im Hohlraume des Schädels, in sehr ähnlicher Weise, wie die welsche Nuß in ihrer Schale. Wie diese, so besteht auch das Gehirn aus zwei in der Mitte von vorn nach hinten durch einen Spalt getrennten Hälften, und eine harte in diesen Spalt von dem obern Theile der Innenfläche des Schädels aus hinabwachsende Haut hält diese beiden Hälften in ihrer Lage fest. Man nennt diese Haut ihrer Form wegen die „große Hirnsichel“. An dem von vorn nach hinten durch den ganzen Kopf ausgeführten Querschnitte (Fig. 39, c) sieht man diese Haut, den oberen Theil der Innenfläche bedeckend, dessen Windungen durch sie hindurchschimmern. Da, wo die Hautfalte der beiden Blätter der harten Hirnhaut, welche zusammen die „Hirnsichel“ bilden, an der Innenfläche der Schädeldecke festgewachsen ist, liegt von ihr umschlossen und geschützt eine große Blutader, welche nach hinten in zwei Arme (Fig. 40, 8) sich spaltet und in die beiden das Blut durch den Hals nach dem Herzen zurückführenden Drosselvenen übergeht, denen noch besondere Anschwellungen eine größere Blutmenge aufzunehmen gestatten. Diese beiden Arme, in welche der große Blutleiter der Hirnsichel nach hinten sich veräſtet, liegen unten auf der Innenfläche des Hinterhauptbeines und nehmen das Blut an der unteren Fläche des Gehirnes in sich auf. Sie bilden zusammen eine kreisförmige Gestalt (Fig. 41), umschließen das Rückenmark, welches durch das Loch (8) im Hinterhauptsbeine zum Rückenmarks-Kanale der Wirbelsäule herabsteigt, und sind nach vorn durch quer verlaufende Blutgefäße mit einander verbunden. Wie mächtig ihr Umfang ist, sieht man an der tiefen Furche, welche sie als Abdruck ihrer Form auf der Innenfläche des Hinterhauptbeines beim Erwachsenen zeigen. (Fig. 42.)

---

und des Schlundes, die Gaumenbögen, die oberen Backzähne, sowie auch das untere Augenlied, Nase und Oberlippe mit Empfindungs-Nervenfasern versorgt; — ferner (auf gleicher Höhe, weiter nach hinten) 34 entspringt der Unterkiefer-Nerv (dritter Ast des Trigem.), welcher Bewegungsfasern für die Kaumuskeln, und Empfindungs-Fasern für Ohr, Schläfen, Kinn, Zähne der Unterkiefer und die Zunge enthält. Weiter nach unten verläuft 35 der Bewegungs-Nerv für die Zungenmuskeln. — Zwischen der inneren Drossel-Pulsader und -Blutader verläuft 36 der Lungen-Magen-Nerv; von ihm aus nach vorn 37 der obere Kehlkopf-Nerv. — Oben, unter dem Ohre entspringt 38 der Gesichtsnerv, und unter ihm 39 ein Bewegungs-Nerv (Accessorius) für Muskeln des Halses und des Schlundes. Endlich sieht man unten 40 das breite und dicke Nervenbündel für den Arm. —

Kein anderes Organ des Körpers ist durch so vielfache Hülfsmittel für reichlichen und unbehinderten Zufluß und regelmäßigen Abfluß des

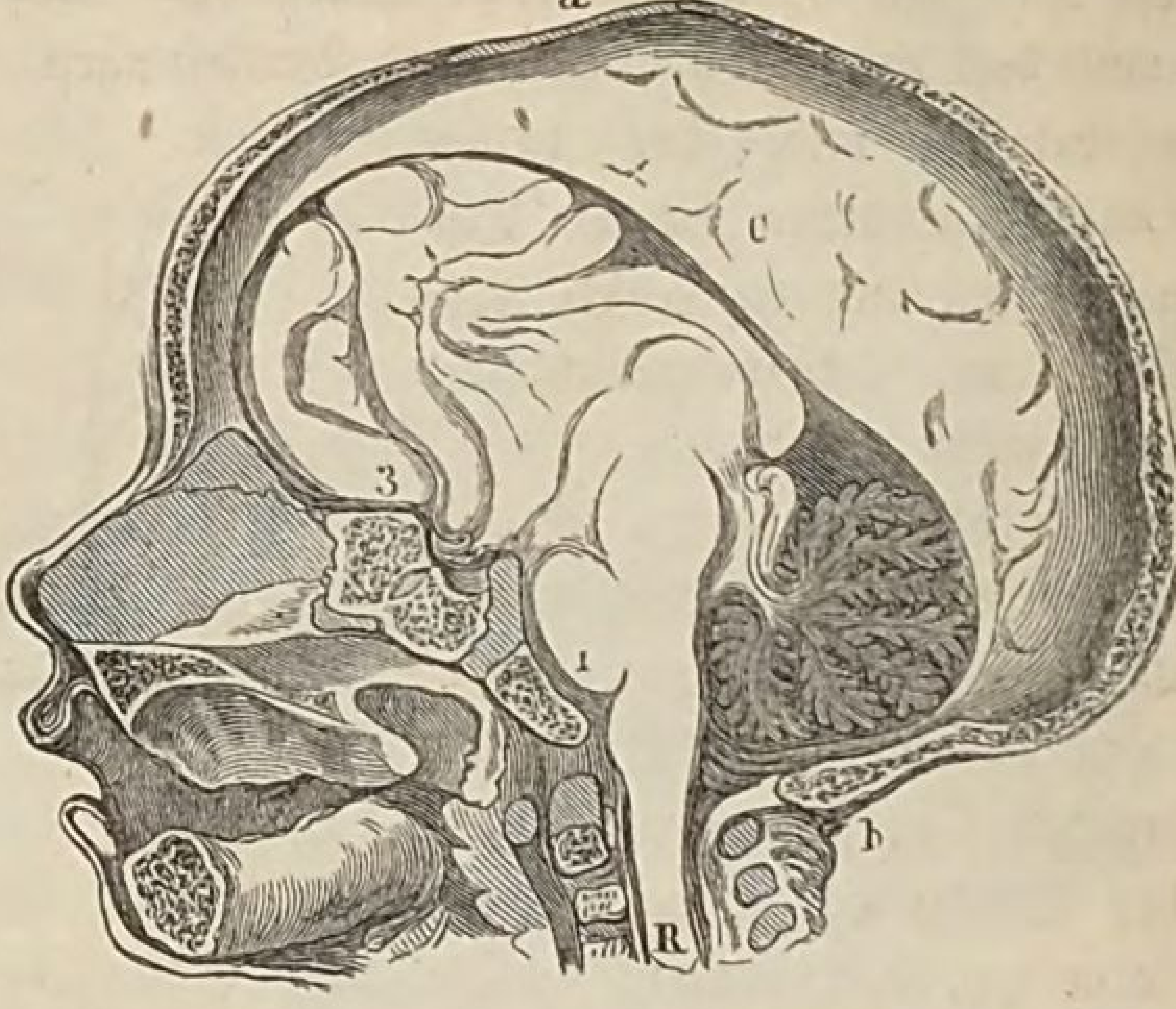


Fig. 39. Kopf eines kleinen Kindes.
(In der Mittellinie durchschnitten.)
R Rückenmark, c „Sichel" der harten Hirnhaut.

Blutes in der Regelmäßigkeit seines „Stoffwechsels" beschützt, wie das Gehirn. Bei keinem ist dieser Schutz uns so nöthig, wenn anders die richtige Ernährung des Hirnes zu unserer geistigen Thätigkeit in unmittelbarer Beziehung steht.

Es wird aber weder die „Masse", noch die „Ernährung" des Hirnes allein von Bedeutung, sondern zur richtigen Thätigkeit desselben gehört vor Allem auch die richtige „Form". — Wie erwähnt, liegt das Gehirn im Schädel, ähnlich der welschen Nuß in ihrer Schale; wie diese auf zwei Seiten, so wird das

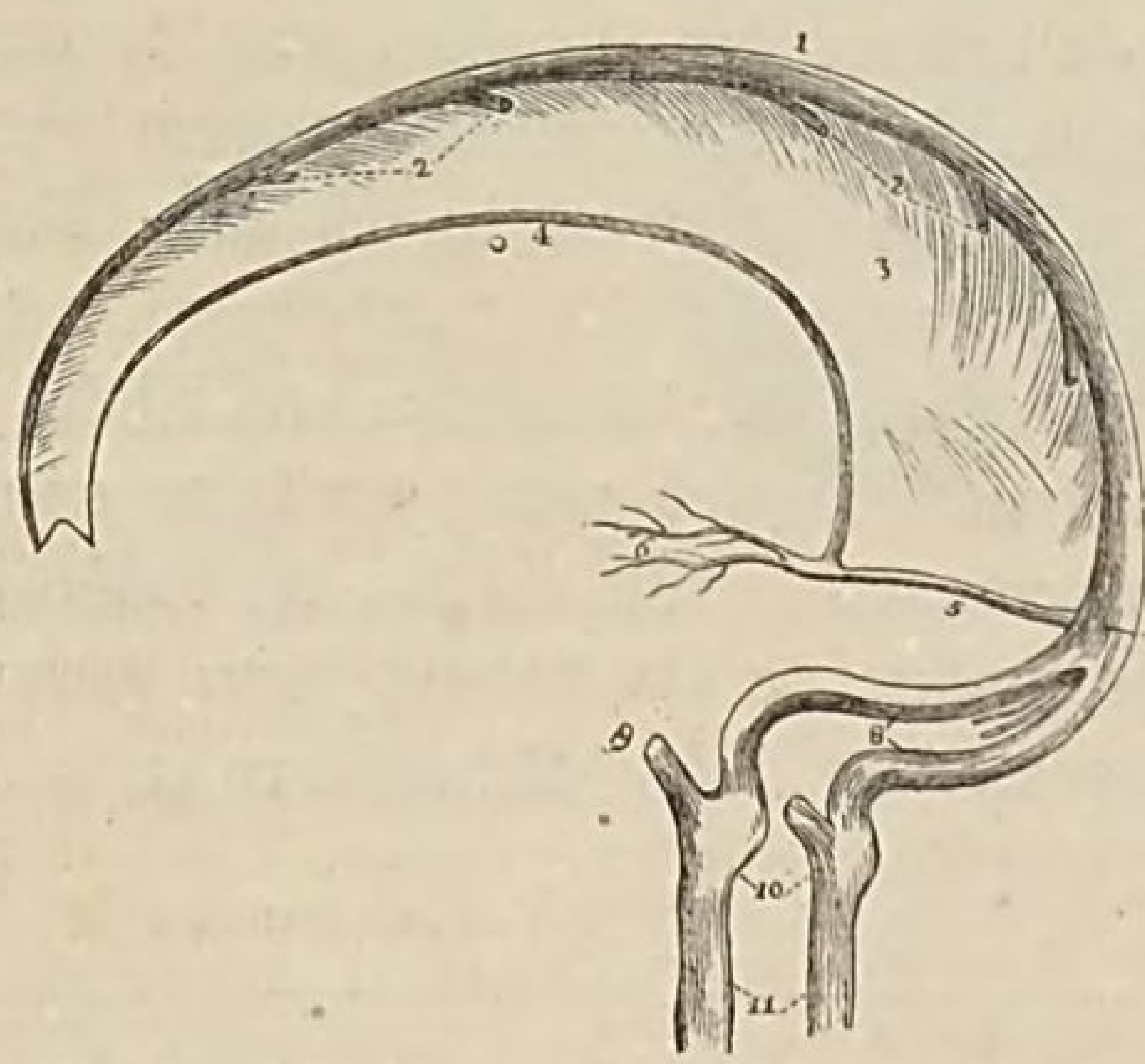


Fig. 40. „Blutleiter" der harten Hirnhaut. 1 Oberer „Längsblutleiter", in welchen 2 2 die oberen Hirn-Venen einmünden. — 3 Große Sichel. — 4 Unterer Längs-Blutleiter. — 5 Verbindungszweig mit 6 inneren Hirnvenen. — 7 Vereinigungsstelle der Längs-Blutleiter mit 8 den beiden „Quer-Blutleitern", welche, 9 andere Venen aufnehmend, 10 die Erweiterung der inneren Drosselvenen 11 bilden, in welche sie das Blut hinableiten. (Siehe Fig. 39, 46.)

Hirn auf einer Seite (von oben) durch eine feste Haut in Hälften getheilt und in seiner Lage erhalten. Die Aehnlichkeit geht aber noch weiter. Wie die welsche Nuß auf ihrer Oberfläche Erhöhungen und Vertiefungen hat, so zeigt auch das Hirn Erhöhungen und Vertiefungen, — als ob die Oberfläche gefaltet sei und diese Falten dicht neben einander geschoben wären. Der äußeren Form wegen nennt man diese Falten „*Windungen*“. Wie endlich die welsche Nuß aus einem weißen Kern besteht, der mit gelber Schale überzogen ist, so besteht das menschliche Gehirn aus weißer Nervensubstanz, überzogen mit einer grauröthlichen. Die innere weiße Hirnmasse hat dicht gedrängte Erhöhungen und Vertiefungen, deren Oberfläche die graue Substanz in Form von Falten überzieht. Die Windungen dieser grauen, oder grauröthlichen, äußern Hirnoberfläche sieht man als die *Hauptorgane des Denkens* jetzt an.

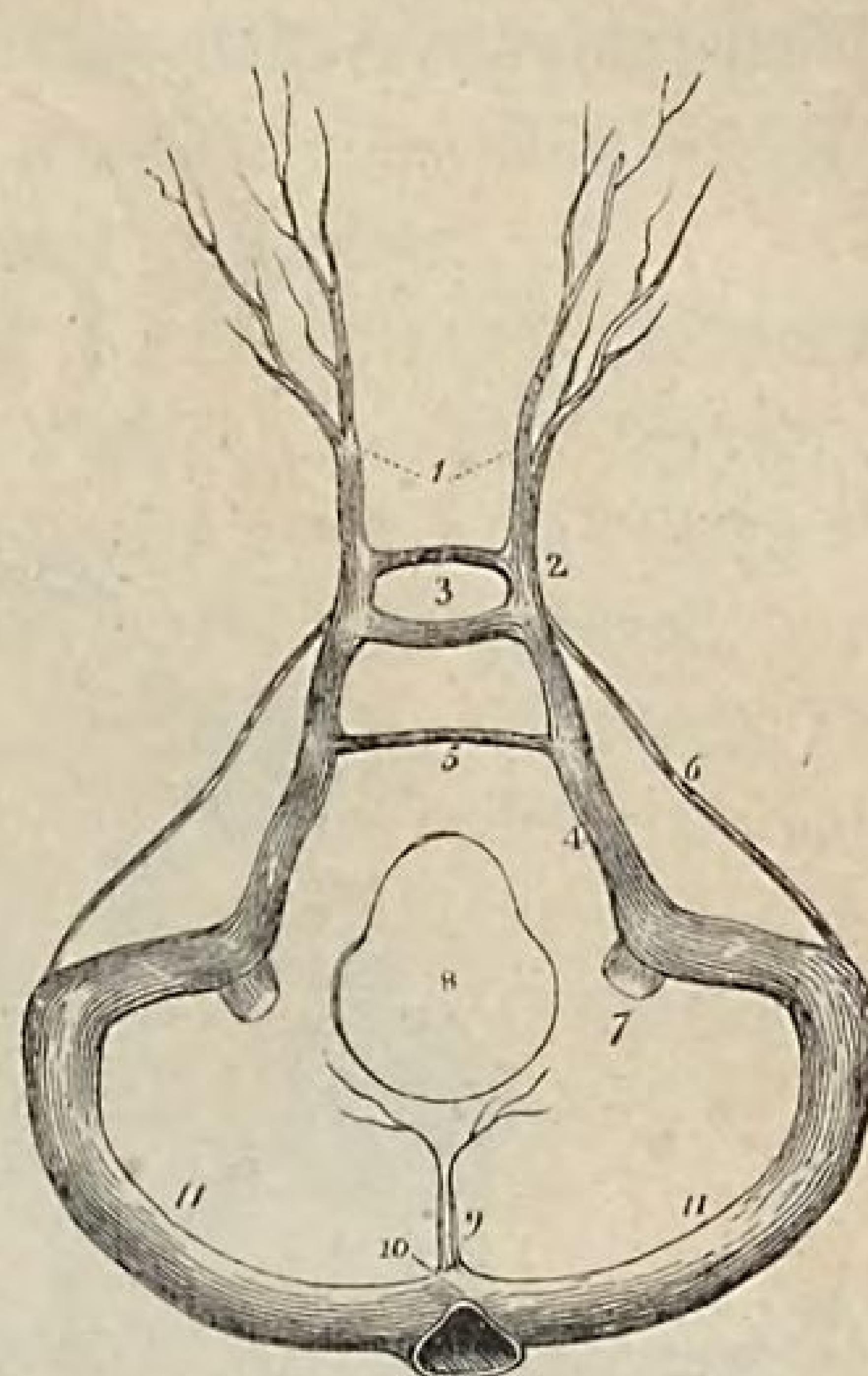


Fig. 41. Blutleiter auf der Grundfläche des Schädels.
1 Die Augen-Venen beider Seiten, welche bei 2 durch querlaufende Blutadern verbunden sind, so daß sie bei 3 und 5 kreisförmige Verbindungen haben; weiter nach außen bestehen ähnliche Nebenverbindungen: 6. — Das Blut fließt durch 7 die innere Drossel-Vene (Fig. 41, 11) ab, welche zur Seite des für das Rückenmark bestimmten Loches 8 den Schädel verläßt. — Die beiden „Querblutleiter“ 11 (Fig. 41, 8) vereinigen sich hinten, 9 (Fig. 41, 7) mit dem „Längsblutleiter“ 10 (Fig. 41, 1.)

Die Wichtigkeit, welche die Ausbildung der Hirn-Windungen für Leben und Gesundheit des menschlichen Organismus hat, erkennt man aus der Thatsache, daß „die *Lebensfähigkeit* der Kinder zusammenfällt mit der typischen Anlage der Hirnwindungen“ (e), so daß vorfrüh geborne Kinder erst dann zum selbstständigen Leben befähigt sind, wenn ihr Gehirn in seinen Hauptwindungen ausgebildet ist, ohne Gehirn geborene Kinder nicht am Leben bleiben. Erst nach der Geburt findet das lebhafteste Wachsthum des Gehirnes statt, so daß während des *ersten* Lebensjahres die Hirnmasse des Neugeborenen um ebensoviel an Gewicht zunimmt, als künftig während der ganzen *Lebenszeit*. Im 8. Lebensjahre ist das Gehirn annähernd ausgewachsen und ausgebildet; mit dieser Zeit tritt daher die eigentliche „Schulfähigkeit“ des Kindes erst ein; von da ab verändert sich das Hirn wahrscheinlich nur an seiner Oberfläche:

sich ausdehnend, so weit es die noch nachgiebigen weichen Kopfknochen gestatten, und seine Windungen vermehrend, welche die Oberfläche des menschlichen Gehirnes um das Zwölffache vergrößern. (f.)

Wie eine Vergrößerung der Oberfläche das Entstehen zahlreicher Erhöhungen und Vertiefungen bewirkt, davon gibt uns die menschliche Hand

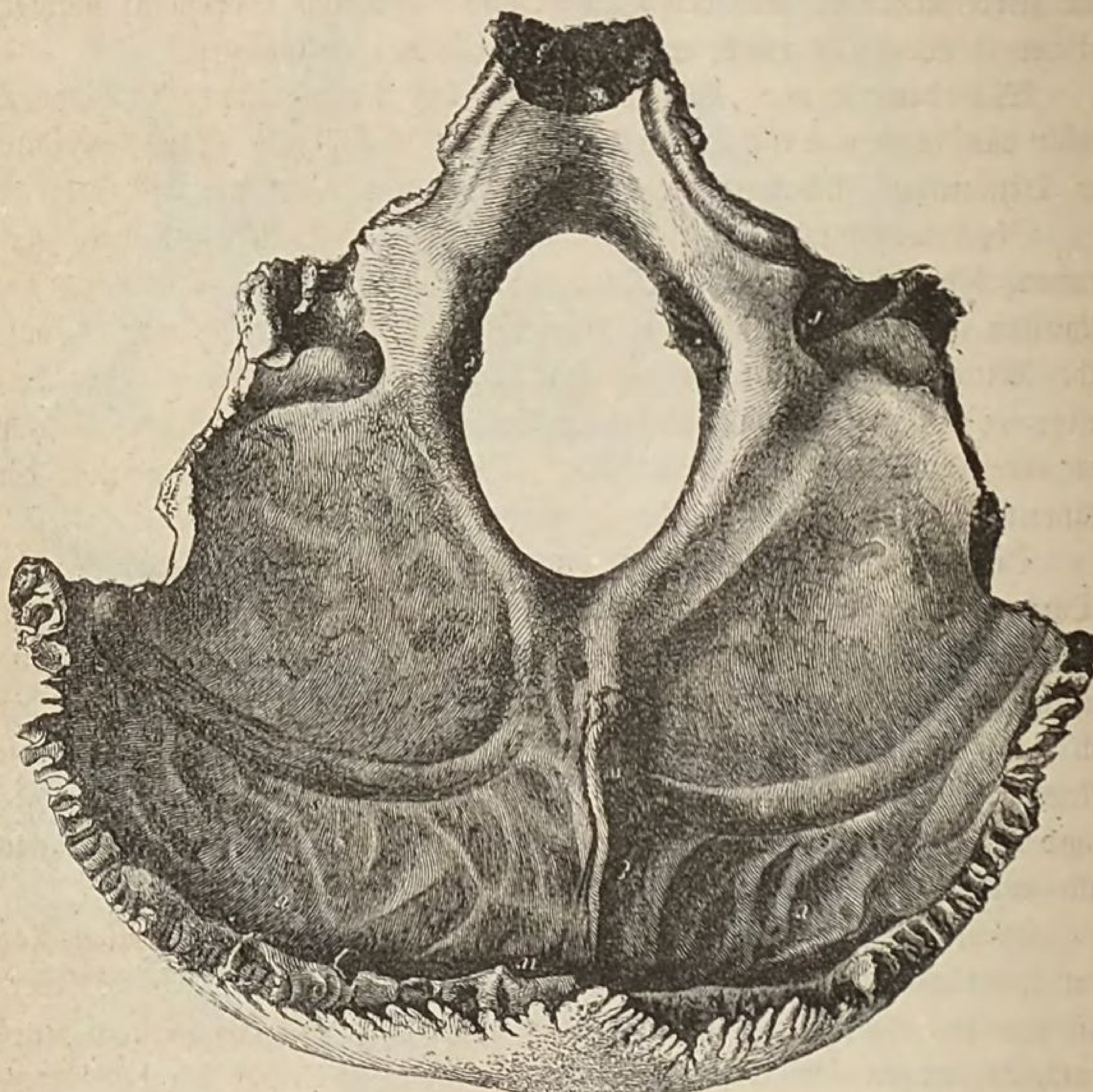


Fig. 42. Das Hinterhaupts-Bein aus dem Schädel eines Erwachsenen, von der Innenfläche gesehen.

ein Beispiel. Wird die Hand längere Zeit in Wasser eingetaucht, so entstehen sowohl beim Lebenden (z. B. bei einer Waschfrau), als beim Todten (z. B. bei einer Leiche, die im Wasser liegt), zahlreiche unregelmäßige Faltungen der äußern Haut; die hornartigen Zellen der Oberhaut tränken sich mit Wasser, werden dadurch größer, breiter, nehmen in ihrer

Gesammtheit größeren Raum ein, und da sie durch Bindegewebe an die unterliegenden Theile befestigt sind, vermögen sie sich nicht anders zu verschieben, als indem sie nach aufwärts Falten bilden. Aehnlich ist der Vorgang beim Gehirn, nur daß die Verschiebung der Oberfläche bei diesem gehindert wird durch die harten Kopfknochen, welche als feste Schale das Hirn umgeben, und deren Widerstand die weiche Oberfläche nöthigt, bei ihrem Wachsthum sich nach innen in Falten einzubiegen.

Was bewirkt aber das Wachsthum der Hirnoberfläche? Wodurch erhält das Gehirn mehr Windungen? Was nöthigt die graue Substanz des Denkorgans, sich auszudehnen? Weshalb vergrößert sich das Gehirn?

Beantworten wir diese Fragen durch eine Gegenfrage: Weshalb vergrößern sich die Muskeln? — Dasselbe Mittel, welches die Oberfläche der Muskeln ausdehnt, indem es dieselben größer und breiter macht, — dasselbe Mittel vermehrt auch Masse und Oberfläche des Gehirns: die Arbeit, — d. h. die vermehrte Ernährung, welche durch den Stoffverbrauch des arbeitenden Organes (und durch die nachfolgende erhöhte Zufuhr der Nährstoffe) bewirkt wird.

Die „Bewegung" vermehrt die Menge der Muskelfasern, — das „Denken" vermehrt die Menge der Hirnwindungen.

Die Muskeln eines wohlhabenden Stadtbewohners, der von Jugend auf ohne erhebliche körperliche Arbeit und Anstrengung dahinlebte und der sich dann den Wissenschaften widmete, sind dünn, weich, schwach; die Muskeln eines gesunden Schlossers oder Maschinenbauers, der sich als Knabe schon genügend ausgearbeitet hatte, strotzen von Fülle, Festigkeit und Kraft. Die Gehirne beider verhalten sich oft umgekehrt.

Vergleicht man das Gehirn des großen Denkers Gauß, dessen Tod noch heute als unersetzter und in mehrfacher Beziehung unersetzlicher Verlust von den Fachgenossen beklagt wird (Fig. 43), und das Gehirn eines einfachen gesunden Handarbeiters (Fig. 44), so ergibt sich der Unterschied beider auf den ersten Blick. Das Hirn des Letztern ist „einfach" in seinen Windungen, wie seine Beschäftigung, seine Denkweise und sein Leben; das Hirn des berühmten Mathematikers und Astronomen dagegen, der vor keiner Denkarbeit zurückwich, der kühn genug war, um selbst das Bestehen der Unsterblichkeit mit Hülfe mathematischer Formeln beweisen zu wollen, zeichnet sich durch vielfache Windungen aus, welche zahlreich ineinander geschoben die Oberfläche seines Gehirnes um nahezu das Doppelte von der Hirnoberfläche beim Handarbeiter vermehren. Im allgemei-

nen Baue und in den Grundzügen sind beide Gehirne übereinstimmend; aber in den Einzelnheiten ist der Unterschied ungeheuer. Zwischen ihnen, gleichsam den Uebergang vom einen zum andern bildend, steht das Hirn

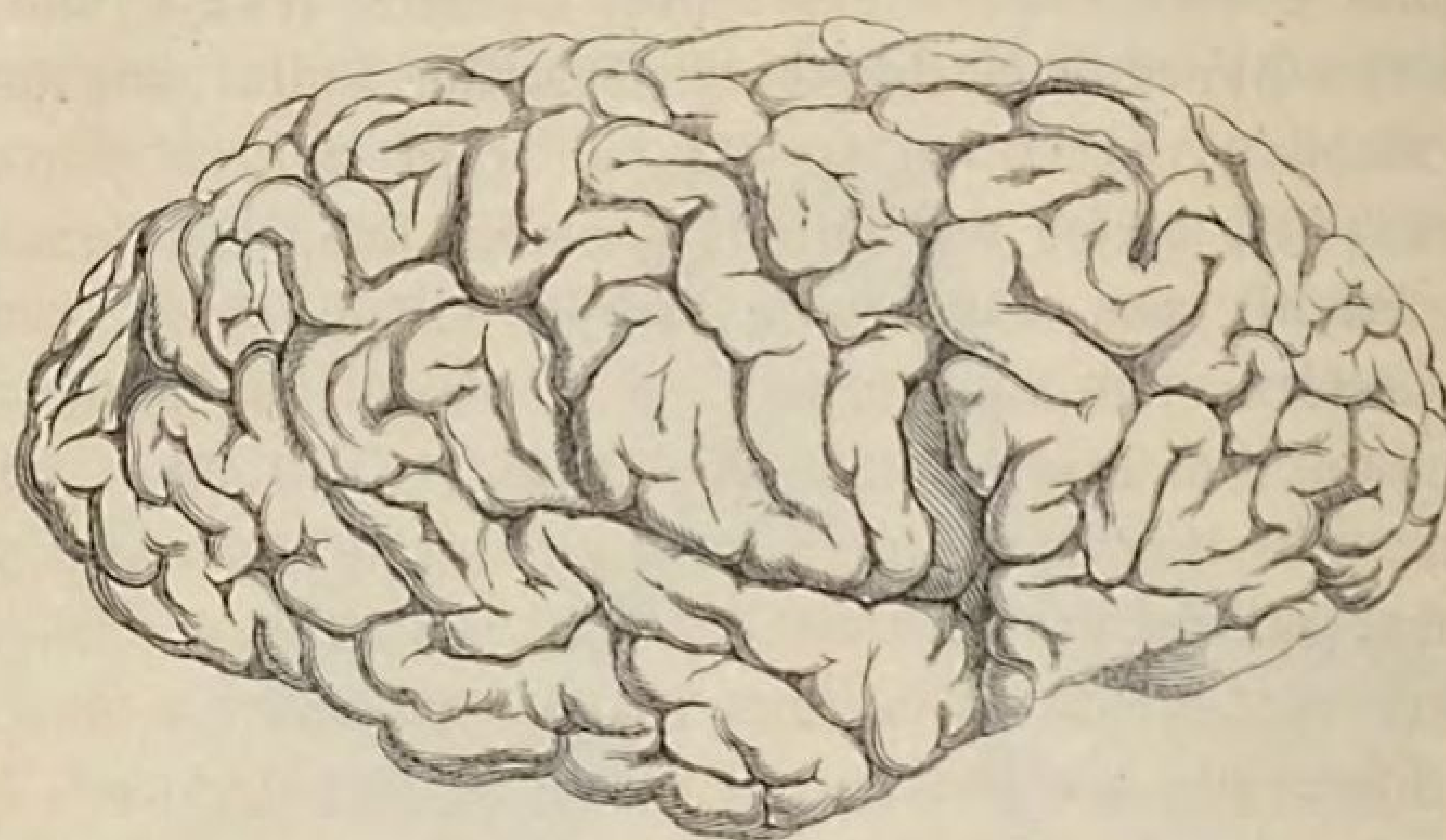


Fig. 43. Das Gehirn des Astronomen Gauß.
(Geb. 1777, † 1855.)

eines Städters (Fig. 10), der von Jugend auf wohl andere Anregung und Ausbildung erhielt, als der einfache Thüringer Landmann und Hand-

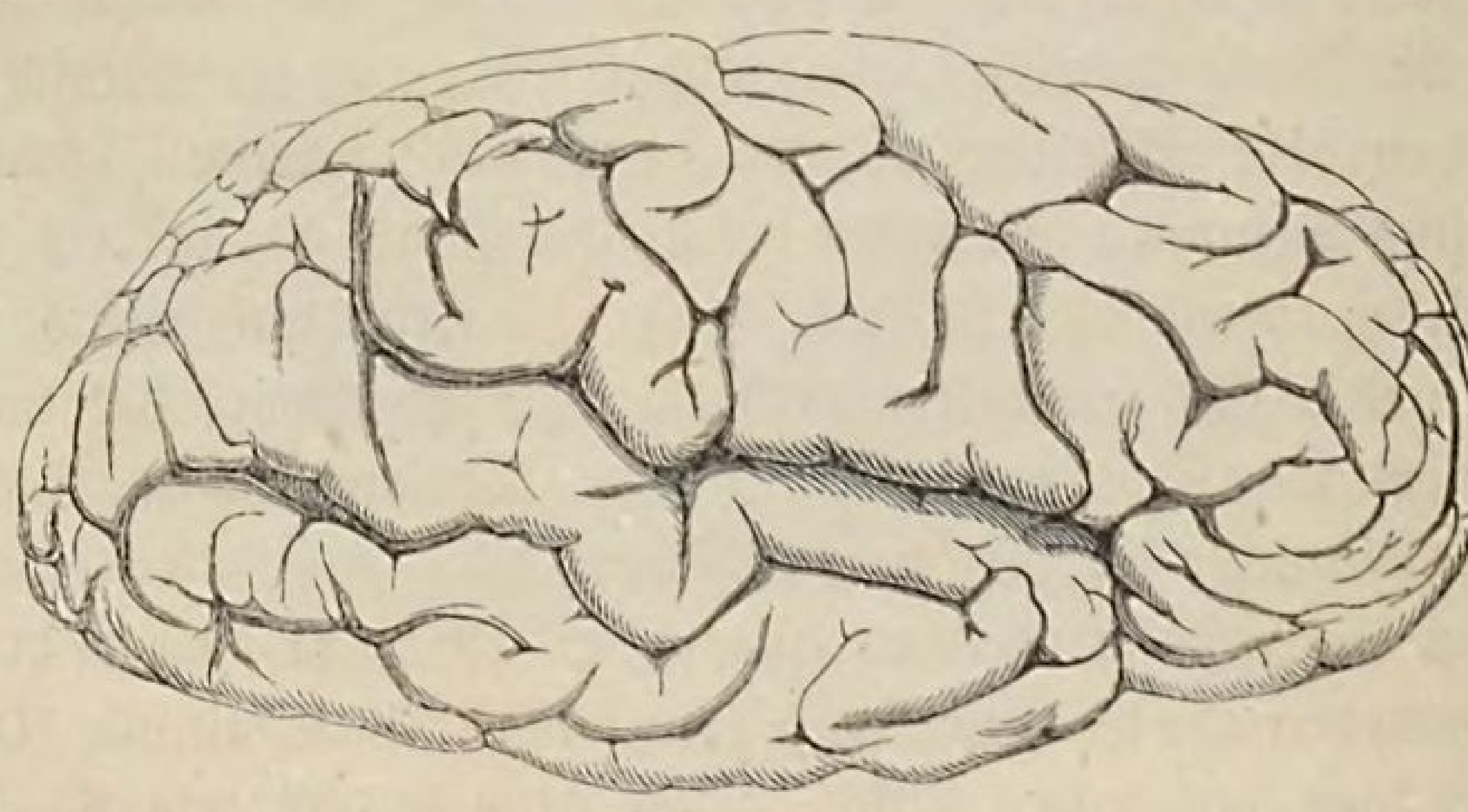


Fig. 44. Das Gehirn eines deutschen Handarbeiters.
(29 Jahre alt.)

arbeiter, ohne doch zur gewaltigen Denkergröße und Geisteshöhe eines Gauß hinaufzureichen.

Selbst bei Thieren beobachtet man Aehnliches. Thiere einer Art, welche durch ihre Lebensverhältnisse zu größerer geistiger Thätigkeit geführt werden, haben reichere Windungen ihres Gehirnes, als die in einfachen

Verhältnissen lebenden. So hat der Hund, durch sein Zusammenleben mit dem Menschen als Hausthier seit Jahrtausenden in seinen geistigen Fähigkeiten erhöht, zahlreichere Hirnwindungen, als seine minder intelligenten, zum Denken minder angeregten Brüder: Fuchs und Wolf. Daß aber das Gehirn nicht etwa durch körperliche Kultur und gute Pflege in seiner Menge vermehrt werde, wie die Aepfel unserer Gärten durch Kultur und Pflege größer und saftiger geworden sind, das beweisen jene Thiere, welche nie zum vollständigen Genossen des Menschen, zum ächten Hausthiere werden, sondern welche immer die Eigenthümlichkeiten des nur gezähmten wilden Thieres behalten: die Katzen. Der Löwe, welcher in der Wildniß Scharfsinn und Aufmerksamkeit üben muß, um seine Nahrung zu gewinnen, hat ein mit reicheren Windungen versehenes Hirn, als die Hauskatze, welche ohne Mühe und eigenes Zuthun ihre Nahrung gewinnt, welche geistig und körperlich träge in der Gefangenschaft geworden ist, und welche an Intelligenz ebenso weit dem Hunde nachsteht, als sie weniger dem Menschen treu und anhänglich sich erweist.

Allein die Natur ist vielgestaltig und ist reich an Hülfsmitteln; auch die Hirnrinde ist für geistige Verrichtung nur eines, aber nicht das einzige. Wie Masse und Größe des Hirnes wohl von Einfluß sind (S. 60), aber nicht von bedingungslos zwingendem (denn sonst müßte der Stier durch sein an Masse größeres Hirn klüger sein, als der Mensch), — so kann auch ein der Windungen und Furchen entbehrendes Gehirn eine gewisse geistige Thätigkeit vermitteln. Dessen ist der Biber ein Beispiel. Er lebt gesellig, verständigt sich mit seines Gleichen (doch wenig mit dem Menschen) und besitzt die noch unerklärbare „Erbweisheit" des kunstvollen und zweckdienlichen Bautriebes, wie — — die Insekten, welche doch völlig des eigentlichen Gehirnes entbehren.

Das australische Raub-Beutelthier, der Bären-Teufel (Dasyurus ursinus, Sarcophilus ursinus, Didelphis ursinus, Diabolus ursinus), ist ein plumpes, dickbehaartes, bissiges und gefräßiges Raubthier von nahezu 1 Meter Länge und ½ Meter Höhe, mit einem etwa ⅓ Meter langen rauhaarigen Schwanze. Sein Gehirn (Fig. 45) zeigt mächtig entwickelte „Riech-Kolben", welche den furchenlosen drei Hirn-Abtheilungen: „Vorderhirn", — „Mittelhirn", — „Hinterhirn" (Großes Hirn, Vierhügel, Kleines Hirn) an Masse ebenbürtig erscheinen. Wie bei den Insekten ist also für das am meisten verwendete Sinnesorgan eine verhältnißmäßig große Nervenmasse vorhanden. Die drei

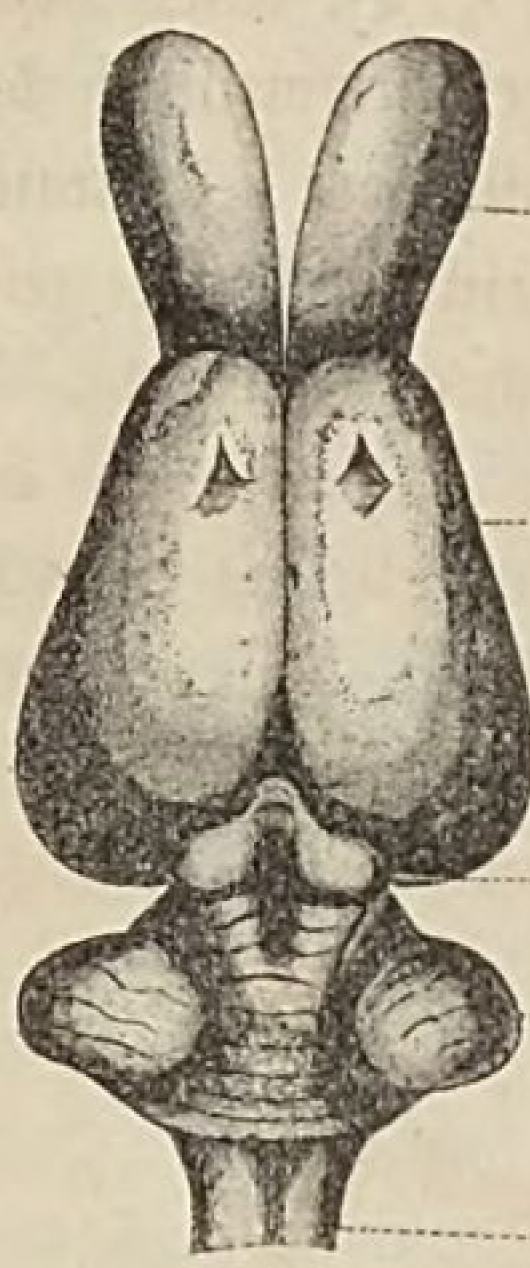


Fig. 45. Gehirn des Bärenteufels.
a Riechkolben. — b Das große Gehirn. — c Mittelgehirn. d Kleines Gehirn. — e Verlängertes Mark.

Gehirn-Abtheilungen aber stellen drei große Nervenknoten in ihrer Form dar und erinnern so an die Ganglienkette der Gliederthiere. An diese und deren geistige Eigenart erinnert ebenso das Verhalten des Bärenteufels.

Seine Gestalt und seine Unzähmbarkeit trug ihm seinen Namen ein. Auch die sorgsamste Pflege vermag in der Gefangenschaft die schlechte Laune und zornige Bosheit des Thieres nicht zu verringern. „Niemals lernt es denjenigen kennen oder lieben, welcher ihn mit Nahrung versieht oder Pflege angedeihen läßt, sondern es greift auch seinen Wärter mit derselben Gehäßigkeit und sinnlosen Wuth an, wie jedes andere Wesen, welches sich ihm zu nahen wagt. Bei dieser widerwärtigen Grimmigkeit fällt die seinem Namen keineswegs entsprechende Dummheit und Trägheit auf. Der Beutelteufel schläft entweder in dem dunkelsten Winkel eines Käfigs, oder fletscht sein furchtbares Gebiß und beißt rasend um sich, sobald er glaubt, den sich ihm Nähernden erlangen zu können. In diesen Zornesausbrüchen gibt er die einzige geistige Thätigkeit kund, deren er fähig zu sein scheint." (h.) — Also auch hierin ist er den „Gliederthieren" ähnlich, wie Jedermann bei der Erinnerung an den ungestümmen Zorn der Fliegen, Bienen, Wespen, Hornissen, an die grimmigen Kämpfe der Hirschkäfer, Spinnen, Grillen, an die unsinnigen Wuthanfälle der Krebse und Hummern, zugeben wird, der diese Thiere genügend beobachtet hat.

So außerordentlich schwierig es ist, über das geistige Leben der Thiere ein klares Urtheil zu gewinnen, so scheint doch zwischen dem Verhalten der „Ganglien-Thiere" gegenüber den „Hirn-Thieren" der Unterschied sich feststellen zu lassen: daß die ersteren viel abhängiger sind von äußeren Einwirkungen und, wenn durch dieselben erregt, in der betreffenden Erregung viel länger verharren, (ohne sich selber beruhigen zu können) bis eine andere Erregung oder bis Ermüdung ihre Thätigkeit beendet. Dafür spricht nicht nur die maaslose Wuth derselben, — sondern auch die maaslose Gefräßigkeit, sobald der Appetit erregt wurde, — die übermäßige Flucht, wenn sie zu derselben erregt wurden, — die für uns

fast unbegreifliche Ausdauer im Erreichen eines Zieles, z. B. eines hochgelegenen Ortes zum Abfliegen. Aus diesen Handlungen, namentlich der letzteren, geht das Vorhandensein einer mehr oder minder bestimmten „Vorstellung" und ausgesprochener „Wille" hervor. Allein der letztere zeigt nicht die Eigenart der Ueberlegung, sondern der sinnlichen Erregung, — und wird daher nicht selbstständig abgeändert, sondern beharrt — bis von außen ihm ein Ziel gesetzt wird oder er zur Ausführung gelangt. Ganz ähnliches Verhalten finden wir bei einem „Gehirn-Thier", dem bei einfachen Hirn die Windungen des Hirns fehlen. Der Bärenteufel ist dumm und faul, weil ihm im Käfig die äußeren Anregungen abgehen; er wird maaslos zornig und „unsinnig wüthend", weil in der Gefangenschaft nur unangenehme Anregungen auf ihn einwirken. Es fehlt ihm zur geistigen Selbstständigkeit die reichlich entwickelte, vielfach gefurchte Hirnrinde, — welche um so vielgestaltiger wird, je reicher und selbstständiger das Geistesleben ist: in anderer Form daher bei einem Gauß, als beim Handarbeiter.

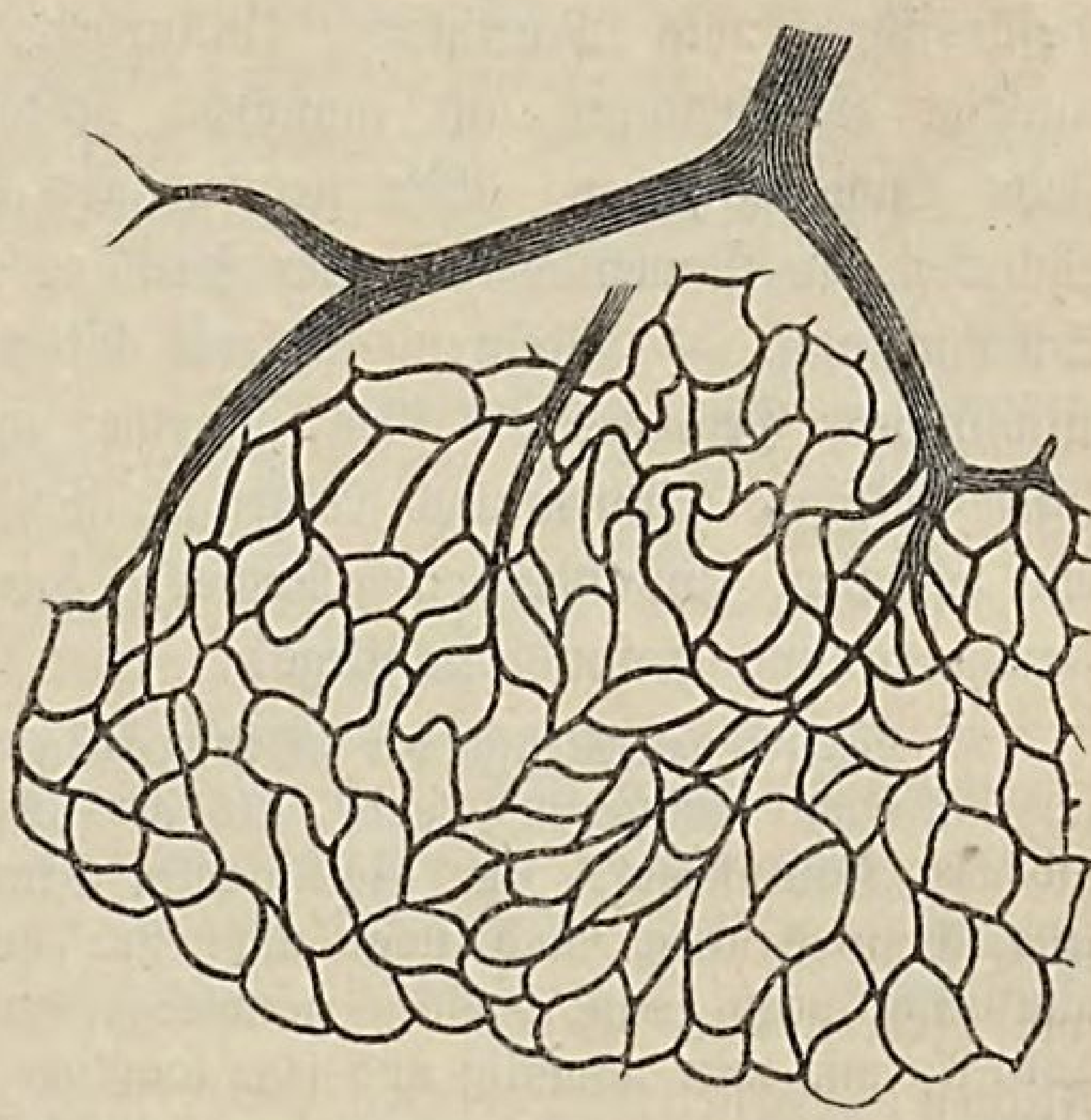


Fig. 46. Blutgefäße der grauen Substanz des Gehirnes.

Uebrigens erkennt man die Wichtigkeit der grauen Hirnrinde für die Hirnarbeit auch dadurch, daß zahlreiche, vielfach geschlängelte, ernährende Blutgefäße, welche fast unmittelbar aus ziemlicher Weite in zarte Haargefäße übergehen, in der grauen Substanz sich verbreiten (Fig. 46), deren Gesammteindruck sie ihre eigenthümliche Färbung mit verdankt. Auch ist die Rinde kein so einfaches Organ; sie hat geschichteten Bau, besteht aus 4 bis 6 einzelnen Blättern, welche sich durch dunklere und hellere Färbung, durch größere oder geringere Zahl der Nervenzellen von einander unterscheiden.

Endlich lehrt die Erfahrung, daß auch der Mißbrauch und die übermäßige Geistesarbeit die graue Hirnsubstanz verändern. Wie bei über-

triebener Muskelanstrengung, sobald nicht durch nachfolgende Ruhe und gleichzeitige reichliche Ernährung gehöriger Ersatz geboten wird, die Muskeln hinschwinden, die Menschen und Thiere abmagern (wie wir an schlecht genährten Tagelöhnern und an Zugpferden leider zur Genüge beobachten können), — so schwindet nach übermäßiger, zu lange andauernder, und namentlich in ungeordneter Weise ausgeführter geistiger Anstrengung die graue Substanz, und bei der Leichenöffnung zeigt sie sich blaß, auf die Hälfte ihrer früheren Dicke verändert, während wässerige Feuchtigkeit ihre Stelle eingenommen hat. Gleichzeitig mit dem Verbrauche der grauen Substanz wird die Denkfähigkeit vermindert, und an Stelle des früheren Geistesfluges tritt Mattigkeit, Unklarheit, Stumpfsinn, Blödsinn, wie traurige Erfahrungen an manchem bedeutenden Arbeiter auf geistigem Felde bewiesen haben. Wir nennen als beklagenswerthe Beispiele dieser Wahrheit die Namen der Dichter Hölderlin und Lenau, des Musikers Schumann. — Während unseres Erdenlebens gelangt die Seele nur mittelst des Gehirnes als Geist zu einer uns wahrnehmbaren Aeußerung. Unser geistiges Können und Leisten ist abhängig von der Ausbildung und dem gesunden Zustande des Gehirnes. Hier liegen wichtige Aufgaben für Erziehung und Gesundheitspflege!

Es bedarf der Mensch der „Hirnpflege“ zum Wohlsein und zur Kräftigung in nicht geringerem Grade, als der „Lungenpflege“, der „Muskelpflege“ und der „Hautpflege“. Zur gemeinsamen Grundlage benöthigen sie alle: genügende Ernährung, und zwar nicht nur durch Speise und Trank, sondern namentlich durch reine, völlig geruchlose, sauerstoffreiche Luft, — tägliche Uebung mit einer allmälig und sehr langsam sich steigernden Leistungsgröße, — genügende Ruhe, in reiner Luft, das heißt in Bezug auf das Gehirn: Schlaf; denn Hirnruhe und stärkender Schlaf sind gleichbedeutend.

Beim Neugebornen, dessen Gehirn noch unausgebildet ist, nimmt der Schlaf den ganzen Tag in Anspruch, und während der ersten Lebenswoche pflegt der Säugling höchstens 1 bis 3 Stunden am Tage zu wachen. Aber jemehr das Gehirn sich entwickelt, und jemehr die geistige Thätigkeit erwacht, um so lebhafter beginnt sich auch das Bedürfniß nach einiger Arbeit beim Säuglinge zu entwickeln, so daß er im dritten Lebensmonat bereits 8 Stunden, im fünften oder sechsten Lebensmonat bereits 11 Stunden während des Tages wach ist. Wach-Sein, sich umdrehen, Sinnesempfindungen aufnehmen, an den Vorgängen in seiner Umgebung allmälig sich betheiligen: das ist die geistige Arbeit des Säuglings, und eine höhere vermag er noch nicht auszuführen. Alles aber, was diese Arbeit bei ihm verlängert, sei es grelles Licht, sei es Lärm in der Umgebung, seien es starke Geschmacksempfindungen, sei es Druck seiner Kleider, sei es Einwiegen und Umhertragen durch die Wärterin, — alles dies ist seiner

Gehirnentwickelung nachtheilig, schädigt ihn für künftige Zeiten, kann die Leistungsfähigkeit seines Gehirnes noch beeinträchtigen, selbst wenn er erwachsen ist. Die richtige oder falsche Pflege des ersten Jahres, die vortheilhafte oder nachtheilige Einwirkung auf die Entwickelung der einzelnen Organe, welche während des ersten Jahres sich geltend machte, wird niemals (!) während des ganzen Lebens völlig ausgeglichen, und verfolgt den Erwachsenen bis in sein Greisenalter. Wie schlechtgenährte, aufgefütterte, vor Erkältungskrankheiten nicht behütete Kinder kränklich und schwächlich bleiben für alle Zeit, — wie zu früh Geborene in kleinbleibenden Händen und Füßen, in all zu feinem Haar und in dünner Hautdecke kindliche Eigenthümlichkeiten behalten bis in ihr Greisenalter, so verbleiben auch die günstigen oder schädlichen Einwirkungen bezüglich der Gehirnentwicklung in ihren Wirkungen während der ganzen Lebensdauer. Das kleine Kind „lebt" noch nicht im Sinne der Erwachsenen, es „vegetirt" nur fast pflanzenartig. Die zarte Menschenblüthe muß langsam sich entwickeln, soll sie Kraft und Leistungsfähigkeit gewinnen. Schlaf in gleichmäßig warmer und reiner (!) Luft, leicht verdauliche, nahrhafte Kost (Milch) zum Aufbau und Wachsthum des Körpers sind die Bedingungen für ihre Entfaltung, und nahezu ein geistiger Mord wird ausgeführt, wenn die Affenliebe der Verwandten das Kind immer und immer wieder durch Liebkosungen und allerlei Mittel zum Aufmerken, zur vorfrühen Geistesarbeit während der ersten sechs Lebensmonate bringen wollen. Hier ist die größte Vorsicht nöthig. Möglichste Gleichmäßigkeit der Umgebung nach jeder Rücksicht, — möglichste Ruhe in reiner Luft, — gute Hautpflege durch tägliches Baden und peinlichste Reinlichkeit, Freiheit der Bewegungen, welche von Monat zu Monat dem Säugling größeres Bedürfniß werden — so heißen die Lebensbedingungen während der ersten sechs Lebensmonate, während welcher das Wachsen die hauptsächlichste Lebensäußerung ist. — Erst später (im Abschnitte über das Rückenmark) wird sich Gelegenheit finden die Lebenseigenthümlichkeit des Säugling eingehender darzulegen. Dann wird sich ein, bisher von keinem Arzte ausgesprochener, Leit-Grundsatz richtiger Kindespflege aus der Physiologie des Säugling ergeben.

Das kleine Kind (vom Schluß des sechsten Lebensmonates bis zum achten Lebensjahre) besitzt zwar schon geistige Thätigkeit, aber diese ist noch äußerst gering, nicht selbstständig, und besteht fast nur im Nachahmen des Gesehenen oder Gehörten. „Das Kind lebt ohne Bewußtsein der großen Welt, nur die physischen Beziehungen des kleinen Kreises, in welchem es sich befindet, kennend, ohne Nahrung des geistigen Lebens; es hat die Fähigkeit erlangt, zu erfassen und zu erlernen, kann aber nichts gehörig übersehen, und überlegt sich nicht die in der Regel ihm auch unbekannten Folgen seiner Handlungen; es hat keinen allgemeinen Zweck, sondern nur einzelne, vom Augenblick hervorgerufene Wünsche und Begierden; es wird zum Handeln nur durch physische, nie oder selten durch moralische Nöthigung bestimmt. Es bemerkt kaum den physischen, geschweige denn den geistigen Unterschied seiner Handlungen, ist somit des Einflusses der Vernunft beraubt und grenzt in seinen Willensäußerungen namentlich in den heftigeren, an das Thier." (g) Deshalb bedarf das flatterhafte und

unbedachtsame Kind der größten Geduld und Langmuth seiner Erzieher; deßhalb bedarf es der beständigen und ununterbrochenen Leitung und Ueberwachung, und muß erst mühsam angelernt werden, bis es allmälig die Folgen seines Thuns und Lassens zu übersehen, bis es mit Bewußtsein nach einem vorbedachten Plane Einzelheiten auszuführen vermag.

In diesem Zeitraume wäre es eine (von allen Eltern und Erziehern vernachlässigte) Pflicht, das Kind namentlich auf seine Sinneswahrnehmungen aufmerksam zu machen, und ihm die Auffassung derselben zu lehren. Die Formen der Körper und Gegenstände, was groß und klein ist, was viereckig oder rund, — das erlernt das Kind von seinen Pflegern fast unbewußt, und ohne daß es diesen besondere Mühe oder Unterweisung kostete. Viel schärfer und schneller aber würden die Auffassungen der Sinneseindrücke werden, wenn man methodisch das Kind darin üben und anleiten wollte. Freilich dürfte das nur wie zum Zeitvertreibe, nicht in Form eines Unterrichtes, sondern im Spiel geschehen (wofür ja auch die Fröbel'schen Spielschulen Anleitung gewähren), aber ohne Uebertreibung. Dies wird oft versehen! Allein die Pflege der Sinnesorgane und die Anleitung zum klaren Erfassen der Sinneseindrücke wird all zu einseitig und fast nur in Bezug auf die Sehwerkzeuge dem Kinde ertheilt.

Welche Mutter denkt denn daran, auf Höhe und Tiefe der Töne, auf das, was schön und häßlich klingt, das Kind aufmerksam zu machen? Es erhascht eine solche Erkenntniß nur zufällig von seiner Umgebung. Daher kommt es, daß die Kinder musikalisch gebildeter Eltern Freude an der Musik haben und später Begabung dafür zeigen, während diejenigen Kinder, welche zufällig nicht in musikalischer Umgebung aufwachsen, auch für Lebenszeit der Tonkunst fremd bleiben. Aber das Riechen und Schmecken wird kaum jemals dem Kinde wirklich gelehrt; und so kommt es denn, daß diese Sinne und Wahrnehmungen stumpf bleiben, und daß auch die Erwachsenen keine rechte Uebung in ihrem Gebrauche erlangen. Dies erscheint geringfügig und ist es doch nicht. Beide Sinnesorgane sind Wächter gegen Schädlichkeiten, welche uns bedrohen, sind nicht unwichtige Erkennungsmittel für manche von außen uns zugehende Einwirkungen. Das Kind lernt nur, was angenehm oder unangenehm riecht und schmeckt; die Eltern beachten die Ausbildung dieser Sinne nicht, sind selber nicht in Bezug auf dieselben geübt. Wie umsichtige Mütter gelegentlich dem Kinde bunte Wollenfäden oder Seidenfäden geben, um sie nach der Farbenskala zu ordnen, — so sollte jeder Spaziergang in einem Garten benutzt werden, um es den Wohlgeruch einzelner Blumen von einander unterscheiden zu lehren. Freilich dürfen alle diese Sinnesübungen nur kurze Zeit, höchstens 10 bis 15 Minuten lang hintereinander vorgenommen werden, sollen sie nicht durch Uebermüdung Schaden bringen. Immer bedenke man, daß das Gehirn des Neugeborenen noch nicht ein volles Pfund an Gewicht beträgt, und daß erst während des Lebens das Gehirn sich entwickelt, bis es zu Ende des zweiten Jahres zum Gewichte von 2½ Pfund angewachsen ist. Erst von da ab kann eine sehr vorsichtige Unterweisung beginnen.

Frühzeitige Anstrengungen des Kindes (bei häuslichen Arbeiten oder in Fabriken), sowie andauernde Einwirkungen auf das Nervensystem (durch stark-

riechende Parfümerien) strengen das kleine Kind und auch das Schulkind (vom beginnenden Zahnwechsel um das 8. Lebensjahr bis zum Eintritt der geschlechtlichen Entwickelung im 12. bis 16. Lebensjahre) übermäßig an, stumpfen es geistig ab, lassen es frühzeitig zum Greise werden, oder führen sogar vorfrühes Lebensende herbei. Die Arbeit muß dem zarten Alter angemessen bleiben, und das, was dem Erwachsenen in Folge seiner kräftigeren Organe und seiner Gewohnheiten ein leichtes Spiel dünkt, das ist oft dem Kinde schon Arbeit. Auch hier liegt eine Klippe.

Nur zu leicht überschätzen Erwachsene und besonders Eltern die Leistungsfähigkeiten der Kinder. Viel zu zeitig werden die meisten Kleinen zur Schule gesandt, viel zu lange und viel zu anstrengend in schlechter Schulstubenluft unterrichtet. Da jedes Lehren nur eine Anleitung sein soll zum „Selber-Lernen" (und ist sie es nicht, so wird sie Dressur), — da jede Erziehung nur eine Anleitung sein kann zur „Selbst-Erziehung" (und nur durch diese wird Charakterfestigkeit gewonnen), so setzen beide beim Zöglinge auch ein gewisses Maß der eigenen Kraft, des eigenen Wollens und der eigenen Thätigkeit voraus. Deshalb verbanne man das Lernen vom kranken Kinde, besonders wenn es blaß, blutarm und bleichsüchtig ist, und suche zunächst den ganzen Körper zu kräftigen, um eine gedeihliche Grundlage zu gewinnen. Unregelmäßigkeiten im Schulbesuch, Verkürzung der Schulstundenzeit, sind in den ersten Jahren dieses Alters ohne Belang. Der etwaige Nachtheil wird leicht ausgeglichen bei gesundem Körper und bleibt für alle Zeiten bei Ueberanstrengung der Schwächlichen. Ist es doch als wolle man ein Haus bauen aus splitternden Balken und bröckeligen Steinen. Die äußere Form des Hauses kann man wohl mit schlechtem Material gewinnen, der innere Halt aber wird fehlen für alle Zeit. So wird auch dem mit Hausarbeit und Auswendiglernen überbürdeten Schulkinde die geistige Thatkraft und der innere Gehalt fehlen für alle Zeit.

Das Gleiche gilt dem Erwachsenen. Wohl soll auch er täglich geistige Arbeit vornehmen (doch nicht unmittelbar vor oder nach der Mahlzeit, noch unmittelbar vor oder nach dem Schlafe); aber wie zur Lebenszeit, so soll auch an jedem Tage die Arbeit mit dem Leichteren beginnen, ehe sie zur wirklichen Anstrengung, zur ernsten Denkarbeit und Vertiefung vorschreitet, — soll nie bis zur Uebermüdung andauern, und soll durch genügende Ruhe nach jeder Anstrengung die Kräftigung herbeiführen. Für Kinder und Erwachsene gilt die Regel: daß jede unserer Geistesrichtungen gleichmäßig ausgebildet und geübt werde: der Wille (z. B. bei der auf Kommando ausgeführten Bewegung des Turnplatzes), — das Gefühl (durch Uebung der Sinnesorgane und durch Pflege der Kunst), — das Nachdenken (durch Sprachwissenschaften, durch Lesen ernster Bücher, durch Mathematik und Philosophie, durch eigenes Erwägen und Vergleichen der Urtheile); und damit gehe Hand in Hand die Sorge für die Uebung und Entwickelung des Körpers (i).

Nur wenn die „Erziehung" immer die leibliche Pflege des Hirnes im Auge behält, und wenn die „Gesundheitspflege" der geistigen Diätetik ihre Aufmerksamkeit zuwendet, — nur dann können beide ihr Ziel

erreichen, können ihren Pflegling zu dem machen, was er werden soll, zum tüchtigen leistungsfähigen Menschen. Held und Dichter, — Gelehrter und Kaufherr, — sind nicht nur im gemeinsamen Streben nach dem Höchsten verbunden, sondern sie streben danach auch mit einem und demselben Mittel: mit der Arbeit des Hirnes.

---

a. Hales, Statik der Gewächse oder angestellte Versuche mit dem Saft in Pflanzen. (Halle 1748.) — **b.** Eschricht, das physische Leben. (Berlin 1856. S. 291). Das in Bengalen geborene Kind mit 2 selbstständig lebenden Köpfen wurde von Ev. Home (Philos. Transact. 1790, p. 296 und 1799, p. 28) beschrieben und abgebildet. Fig. 13 im zweiten, Fig. 14 im vierten Lebensjahre. — **c.** Ludwig, Physiologie des Menschen. (Leipzig und Heidelberg 1858.) — **d.** Vierordt, Physiologie des Menschen. (Tübingen 1861, S. 450.) — **e.** Dies fand als Ergebniss eigener Untersuchungen Rudolph Wagner (Abhandlungen d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1861, — Band IX vom Jahre 1860), gerade auf diesem Felde ein unverdächtiger Zeuge, da er in verbissener Weise gegen den sogenannten »Materialismus« gekämpft hat. Ein Naturforscher kann eigentlich weder für noch gegen den »Materialismus« streiten; denn dieser gehört gar nicht zu seinem Arbeitsgebiete, wie wir schon oben Seite 57 angedeutet haben. Sowohl »Materialismus«, als »Idealismus« sind philosophische Systeme. Philosoph und Naturforscher haben aber so von einander verschiedene Arbeits-Methoden, dass Jeder von ihnen nicht als Mann der Wissenschaft, sondern als »Dilettant« arbeitet, sobald er das Gebiet des Andern betritt. Aussprüche von Dilettanten pflegen für die Wissenschaft keine Geltung zu haben. — **f.** Huschke, Schädel, Hirn und Seele. (Jena 1854.) — **g.** Platner, Physiologie, 1800. — **h.** Brehm's Thierleben. (Leipzig, Bibliograph. Inst., 1877. Bd. 2, 5. 548.) — **i.** Die Anleitung zur Hirnpflege ist im Wesentlichen ein Auszug aus: Reclam, Buch der vernünftigen Lebensweise. (2. Aufl. Leipzig und Heidelberg 1876. Erster Abschnitt: »Uebersicht der Diätetik vom Säuglinge bis zum Greise.«)

Nachträglich ist zu **Fig. 17** (Seite 44) zu bemerken: dass das mit **h** bezeichnete Ganglion von Einigen dem Hirn, von Anderen dem Sympathicus zugehörig gedeutet wird.

Mensch und Affe.

[Blödsinniger und Bettler. — Kretinen. — Ursache des Kretinismus ist vorfrühe Verwachsung der Schädelkapsel. — Mikrocephalen. — Ursache der Mikrocephalie ist Ablenkung des Hirnes in seiner Entwickelung. — Die Stammväter des Menschengeschlechtes. — Die ersten Europäer. — Die Affen.]

„Der Mensch trägt in sich die Nöthigung, nach dem Grunde der Dinge zu fragen. — Jede größere wissenschaftliche Arbeit gleicht einer Festung, der man sich nur durch Laufgräben langsam nähern kann. Anfangs hofft man gewöhnlich, sie durch Ueberrumpelung nehmen zu können; allein es ergiebt sich bald, daß man nur den äußern Schein erfaßt hatte, nicht die Wirklichkeit. Gräbt man aber mit der Sappe der Arbeit langsam vorwärts, gedeckt von den Schanzkörben der Kritik, so rückt man mit der Zeit dem Ziele wenigstens näher, sieht es bestimmter vor sich, und hat unterdessen in Seitenbezirken festen Fuß gefaßt.

(v. Baer, Bull. de l'acad. de Petersb. XVII, 200.)

Es ist eine alte Erfahrung, daß die Leute über nichts so eifrig streiten, als über das, was sie nicht verstehen. Deshalb verfechten gerade Laien manche Anschauungen gelehrter Naturforscher mit Leidenschaft, oder leugnen sie entrüstet. Kaum verklungen ist der Streit über die Wechselbeziehung von „Stoff" und „Kraft" (auf deren Bedeutung wir bei Besprechung der Muskelbewegungen näher eingehen) und schon hallt das wilde Rufen der Wortfechter von neuem über die „Abstammung des Menschengeschlechtes". Ernste Gelehrte haben durch ihre Forschungen die Ueberzeugung gewonnen, daß nach den vorhandenen Resten unserer Vorfahren die Gestalt des Menschen vor Jahrtausenden eine andere gewesen, als heute; — sie haben es ferner für nicht unwahrscheinlich erklärt: die Urväter der Menschheit seien die gemeinsamen Stammeltern zweier Linien von Nachkommen, deren eine (der Mensch) sich auf geistigem Gebiete

durch Arbeit und Thatkraft weiter entwickelt habe, — deren andere (der Affe) in Faulheit und Dummheit thierisch verkommen sei. Diese Ansicht ist noch nicht bewiesen, sondern vorläufig nur durch einige Beobachtungen wahrscheinlich gemacht. Zur Erklärung dieser Beobachtungen blieb aber jenen Forschern ihrer Ueberzeugung nach nichts weiter übrig, als die erwähnte Annahme. Nicht leichtsinnig, nicht unbedacht, sondern nach ernstlicher Erwägung und gezwungen durch die Fessel ihrer Ueberzeugung, haben sie das auch ihnen Unerwartete ausgesprochen und ihre eigenen Bedenken nicht verhehlt. Das aber genügt den Hitzköpfen, sich gedankenlos zu ereifern und wegen vermeintlicher „Abstammung des Menschen vom Affen" (wovon gar nicht die Rede ist) die üblichen „größten Gefahren für Staat und Moral" vorherzusagen.

Wir wollen uns in keinen Meinungsaustausch einlassen. Uns scheint es würdiger, dem Leser die Thatsachen vorzuführen und dann ihm die Schlußfolgerungen anheimzustellen. —

Menschen, welche der Denkfähigkeit ermangeln, deren „Seele" nur geringe oder keine geistige Kraft zeigt: die Blödsinnigen, sind auf dem Gebiete des Geisteslebens das, was im geselligen Leben die des Geldes Ermangelnden, die Armen, die Bettler sind. Zwar ist der Vergleich zwischen Bettler und Blödsinnigem insofern nicht ganz zutreffend, als in der materiellen Welt unseres gemeinschaftlichen Lebens und Treibens nur zu oft der Ueberfluß an Geld den Mangel an Geist ersetzt, während das umgekehrte Verhältniß seltener sich findet; allein den Ursprung haben Bettler und Blödsinnige gemein: sie erwerben entweder die Armuth durch Verschwendung, oder sie ist ihnen von Geburt als Erbtheil übertragen.

Von den geistigen Verschwendern, welche das Vermögen ihrer Geisteskraft durch übermäßige Ausgaben vergeudet haben, sprachen wir bereits (S. 76) und zeigten, daß ihr Denkorgan sich verändere durch Abnahme der grauen Substanz, durch Schwinden der Hirnrinde.

Die gebornen Bettler des Geistes sind es, welche uns jetzt beschäftigen sollen, indem wir uns bemühen, die verschiedenen Arten derselben und die Ursachen ihrer vom gesunden Menschen abweichenden Hirnbildung nachzuweisen.

Wenige Gegenstände haben so häufig und anhaltend und dennoch zugleich so fruchtlos die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen, als das Verhältniß, welches zwischen den äußeren Formen des Kopfes

(in Gesichtsbildung und Schädelbau) und den innern Eigenthümlichkeiten (nach Charakter und geistiger Fähigkeit) vorhanden sein mag. Unwillkürlich wird jeder denkende Beobachter dazu gedrängt, hinter dem edlen Menschenantlitz menschenwürdige Geistesanlage zu suchen, bei thierischer Gesichtsbildung aber rohe Neigungen zu vermuthen. Gaben doch schon die alten griechischen Bildhauer ihrem Zeus und Apollo die hohe, gedankenschwere Stirn mit harmonischer Gesichtsbildung, — dem Satyr und Silen dagegen eine plumpe, breitgedrückte Nase mit breiter Stirn, kleinen Augen und großem, aufgewulstetem Munde, um das Ueberwiegen grobsinnlicher Neigung über Verstand und Gemüth anzudeuten. Geringe Fortschritte nur hat die Wissenschaft für Erklärung dieses Zusammenhanges in den vielen Jahrhunderten gemacht, welche verflossen sind, seitdem jene Künstler mit Hammer und Meißel thätig waren. Wie damals, so ist auch heute noch mehr eine ahnungsvolle und fast instinktartige Auffassung der Thatsachen, als ein verständiges, bewußtes Erkennen leitend und maßgebend; deßhalb fielen auch die gut gemeinten Versuche von Lavater und Gall den Halbwissern in die Hände und wurden von diesen zu widersinniger Spielerei herabgezogen, oder industriell ausgebeutet. Den jüngsten Tagen erst war es vergönnt, auf streng wissenschaftlichem Wege einige Aufschlüsse über den Zusammenhang der Erscheinungen zu erhalten.

Faun und Satyr der alten Völker zeigen trotz ihrer sinnlich gemeinen Gesichtszüge einen hervorstechenden geistigen Charakterzug im lüstern-verschmitzten Auge und im frivol-spöttischen Munde; aber auf dem Gesicht der Kretinen (der blödsinnig Gebornen, Idioten, Trobdeln) vermissen wir selbst dieses geringe Aufflackern einer geistigen Regung, obschon ihres Antlitzes Formen jenen mythologischen Gebilden ähneln; — geistlos stiert das kleine Auge, schlaff hängt der vorgeschobene Mund mit dicken Lippen, von denen Speichel herabtropft, dumm und ohne Theilnahme verharrt in der Regel das ganze Gesicht. Diese äußere Uebereinstimmung im Ausdrucksmangel des Gesichtes durch das Fehlen jeder bewußten Absichtlichkeit, so wie in den Formen der Gesichtsbildung und des Schädels durch gemeinsame Krankheitsursache, ertheilen vielen Kretinen solche Aehnlichkeit, als ob sie zu einer gemeinsamen Familie gehörten.

In der That, betrachten wir Gesicht und Gestalt zweier Kretinen (Fig. 47), so finden wir einen Grad der Uebereinstimmung, wie ihn bei gesunden Menschen kaum Geschwister und andere Blutsverwandte zeigen; und doch war der (sitzend abgebildete) damals 19jährige Martin Wolf

zu Wiesenbrunn am Schwanberg östlich von Würzburg geboren, — während westlich von jener Stadt, aus Hofstetten bei Gmünden, der (stehende) 24jährige Johann Kraft herstammt. (a.) Bei Beiden ist die Wurzel der dicken, aufgeworfenen Nase tief angesetzt; bei Beiden stehen die wulstigen Lippen des großen Mundes offen; Beiden geben grobe Falten des Gesichts das Ansehen abgelebter Greise, während sie im Körperbau den Kindern ähnlich sind. Diese Falten rühren von einer allzu dicken, schlaffen Haut und dickem Zellgewebe unter der Haut her. Die anatomische Ursache dieser Gesichtsform liegt im Knochenbau.



Fig. 47. Zwei Kretinen. Johann Kraft und Martin Wolf.

Das Gehirn der Kretinen ist kleiner, als das Hirn eines gesunden Menschen derselben Rasse; während das mittlere Hirngewicht eines Mannes 1424 Grammen beträgt, wog das eines Kretin von 16 Jahren nur 999 Grammen und das eines andern von 50 Jahren nur 687 ½ Grammen, also noch nicht die Hälfte vom Gewichte eines Gesunden.

Fragen wir nach der „Ursache der Kleinheit eines Gehirnes" die Wissenschaft der Anatomie des kranken Körpers, so lautet deren Antwort, daß dieses Mißverhältniß verursacht werde: entweder als Ergebniß ungenügender Ernährung (Atrophie), — oder es ist die Folge einer durch

äußere Umstände, z. B. durch frühzeitige Schließung des Schädels, verursachten Hemmung im Wachsthum der Hirnmasse. (b.)

Die letztgenannte Ursache findet sich beim Kretin. Wie alle Knochen des menschlichen Skelets ursprünglich aus Knorpel bestehen und sich erst aus diesem und durch seine Umwandlung bilden, so ist dies auch bei

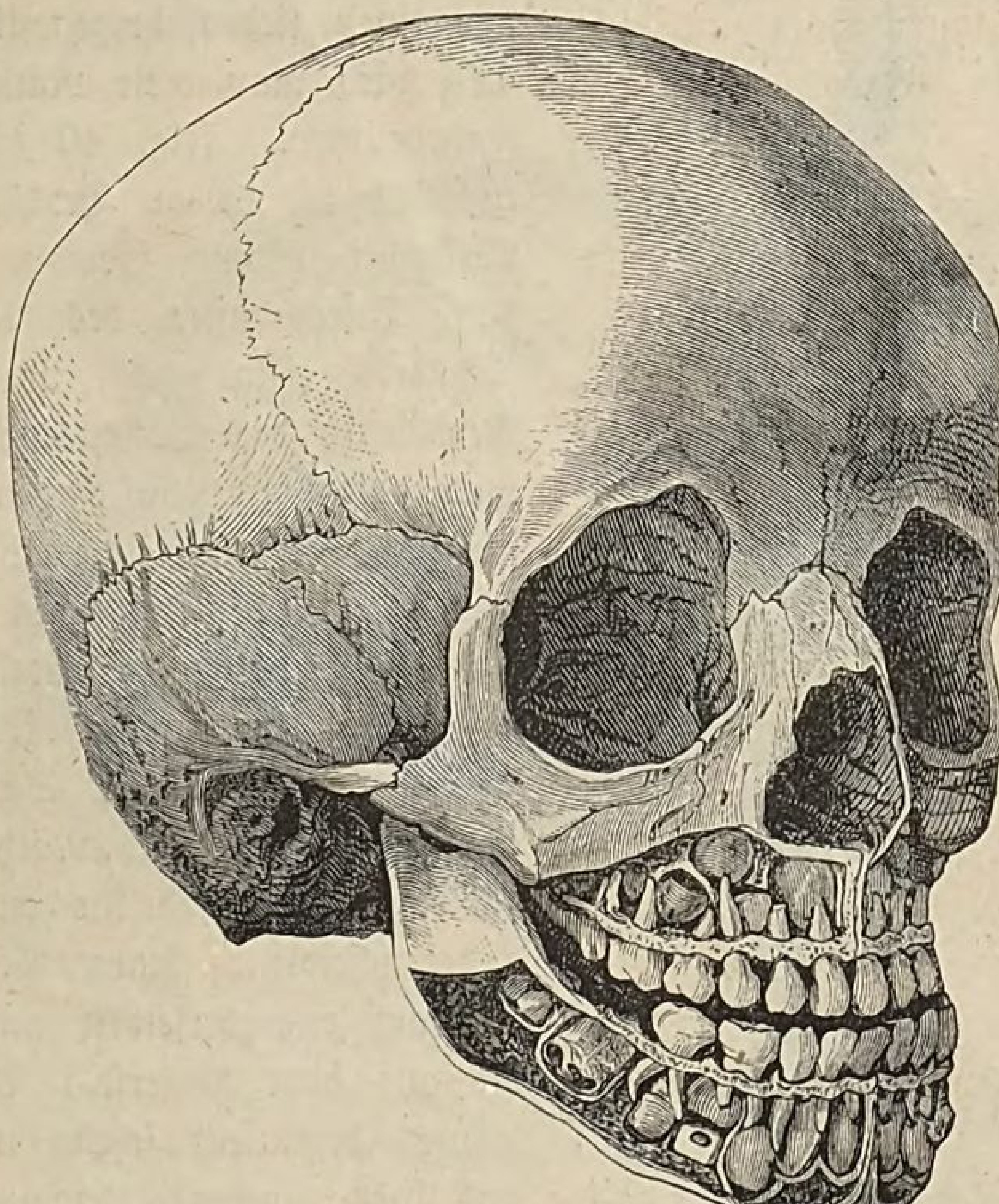


Fig. 48. Die Knochen-Näthe am Schädel eines Kindes von 7 Jahren. (Das Präparat zeigt außerdem die Verhältnisse der Milchzähne zu den bleibenden Zähnen.)

den Knochen des Schädelgrundes der Fall; letztere namentlich haben die Eigenthümlichkeit, daß sie nur so lange an Größe zunehmen, als sich zwischen den einzelnen Schädelknochen noch Knorpel befindet. Ist dieser „verzehrt", — d. h. hat er sich überall in Knochenmasse umgebildet, — so ist auch dadurch und von da ab das Wachsthum zu Ende; die Schädelknochen sind nun starr, unnachgiebig, unbiegsam geworden, nehmen von

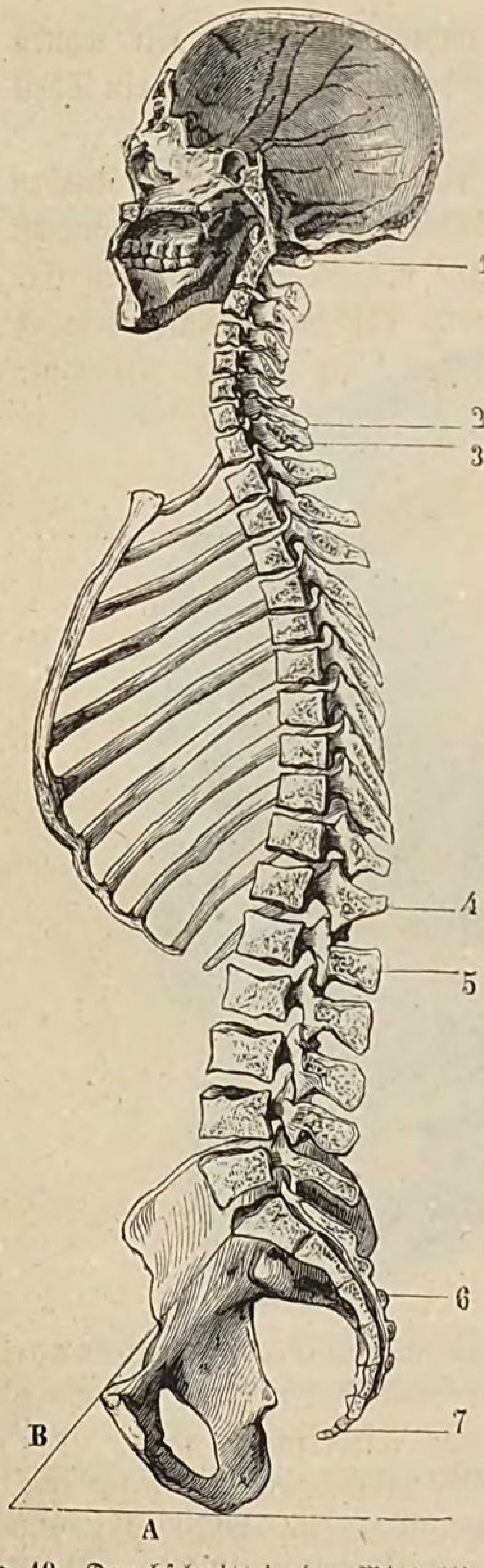


Fig. 49. Durchschnitt in der Mittellinie des Skeletes durch Kopf und Rumpf.

1—2 die sieben Halswirbel, 3—4 die zwölf Brustwirbel, 5 der erste der fünf Lendenwirbel. — 6 Kreuzbein. — 7 Schwanzbein. — A B Neigungswinkel des Beckens.

jetzt an nur noch an Dicke, aber nur wenig an Größe zu, und wo die einzelnen Knochen des Schädelgewölbes sich berühren, bleibt diese Berührungslinie in Form einer geschlängelten unregelmäßigen „Nath“ sichtbar.

Auf der Abbildung eines Schädels von einem siebenjährigen Kinde (Fig. 48) wird man diese Näthe deutlich wahrnehmen. Fig. 40 (Seite 70) ließ sie in ihrem Verhältnisse zu Weichtheilen und Gehirn erkennen. Am Durchschnitte des durchsägten Schädels (Fig. 49), welcher das Verhältniß der Gesichtsknochen zum Hohlraume des Kopfes (dem Raume für das Hirn) mit einem Blicke übersehen läßt, bemerkt man auf der Innenfläche dieses Schädelgewölbes: außer dem baumartig vielfach verzweigten Abdrucke der Schädelgefäße auch jene sogenannten „Näthe“, welche die einzelnen Schädelknochen von einander scheiden. Namentlich machen wir auf eine derselben aufmerksam, die auf dem hintersten Theile des Kopfes beginnend schräg nach unten und links in unserer Zeichnung hinabsteigt; diese Naht deutet dem Leser die Richtung an, in welcher er mitten auf dem Schädelgrunde das sogenannte „Grundbein“ findet, — zu dessen Auffsuchung Fig. 50 behülflich sein wird. (Wir müssen zwar am vorliegenden Orte darauf verzichten, auf die bedeutungsvollen Untersuchungen über das Grundbein, den „Funda-

mentalknochen des ganzen Schädelbaues", näher einzugehen; wir wollen aber wenigstens die räumlichen Verhältnisse betrachten, in denen ein Theil des Grundbeines zur Hirnmasse steht.)

Der Längsdurchschnitt des Kopfes von einem 8 Wochen alten Knaben (Fig. 50), dessen Hirn und Schädel wohlgebildet waren, zeigt uns zunächst die Unterschiede in der Form des Kopfes und des Gesichtes zwischen Erwachsenen und Säugling; dann bemerken wir, daß die Nasenscheidewand noch ganz aus Knorpel besteht; hinter derselben (also für den Beschauer

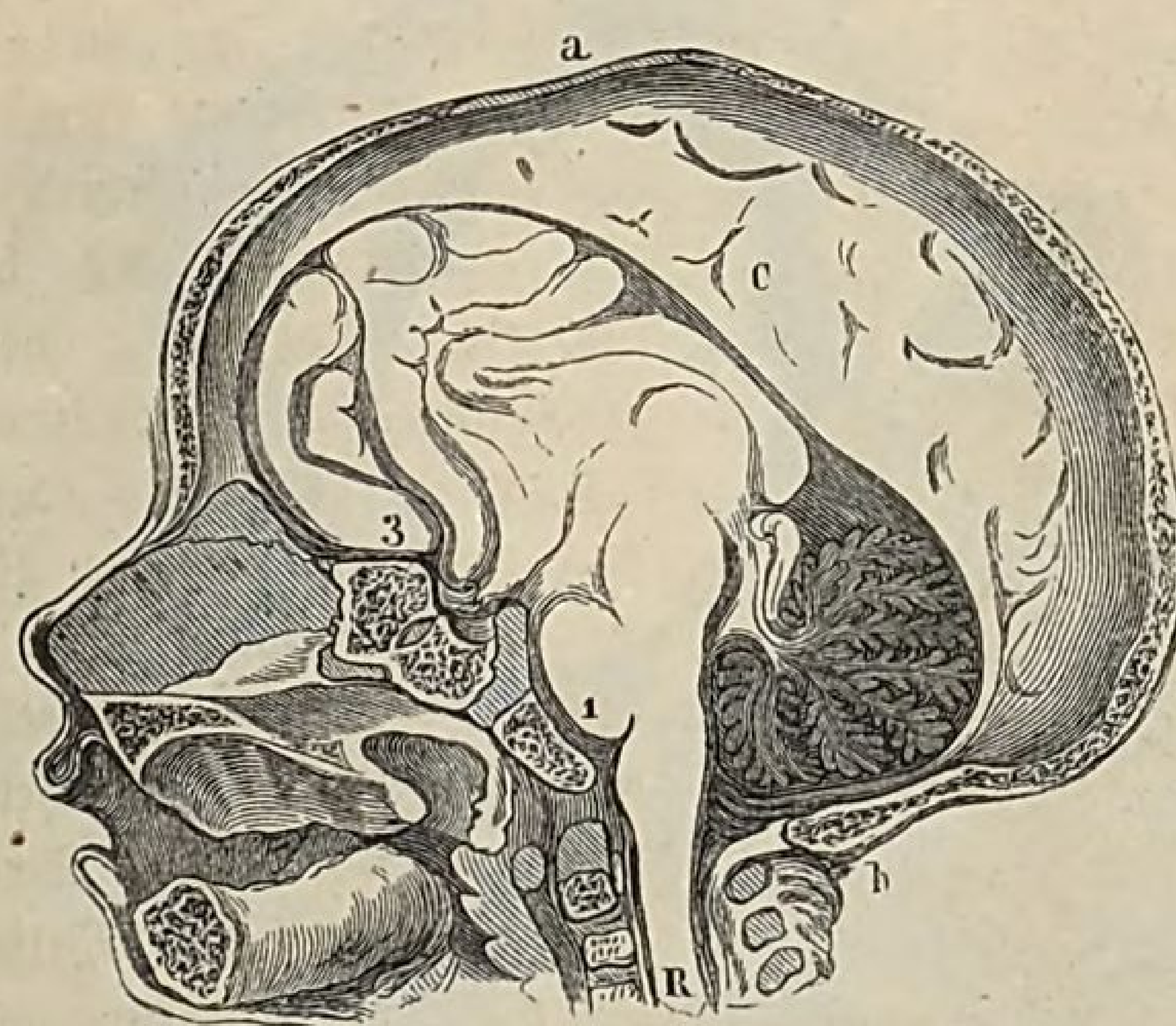


Fig. 50. Kopf eines 8 Wochen alten Knaben.
(In der Mittellinie durchschnitten.)

a Die weiche Stelle oder „große Fontanelle". — b Hinterkopf. — c „Sichel" der harten Hirnhaut. — 1 2 3 Grundbein. — R Rückenmark.

nach rechts) sind mit 1, 2, 3 drei Oberflächen vom „Körper des Grundbeines" bezeichnet und geben zugleich Größe und Form dieses Knochens an, welche man nun beim Erwachsenen leicht wiederfinden wird. Der vordere Theil des Grundbeines (Fig. 50, 3) verwandelt sich beim Erwachsenen in eine Höhle, während er beim neugebornen Kinde noch ein fester Knochen ist. Ebenso ist die „große Fontanelle" (Fig. 50 a) noch häutig, während man beim Erwachsenen und schon beim älteren Kinde an ihrer Stelle eine „Nath" (Fig. 48) findet, weil die Schädelknochen durch ihr Wachsthum einander berührt haben. Unterhalb der großen Fontanelle

sehen wir eine feste sehnige Haut den Schädel von vorn nach hinten durchsetzen, welche die beiden Halbkugeln des großen Gehirnes von einander scheidet: die uns schon bekannte „Sichel". Unter derselben liegt im Hinterkopfe das kleine Gehirn mit seinen (dem Farrnkraut ähnlichen) baumartig verzweigten Windungen, während die ungleich einfacheren Win-

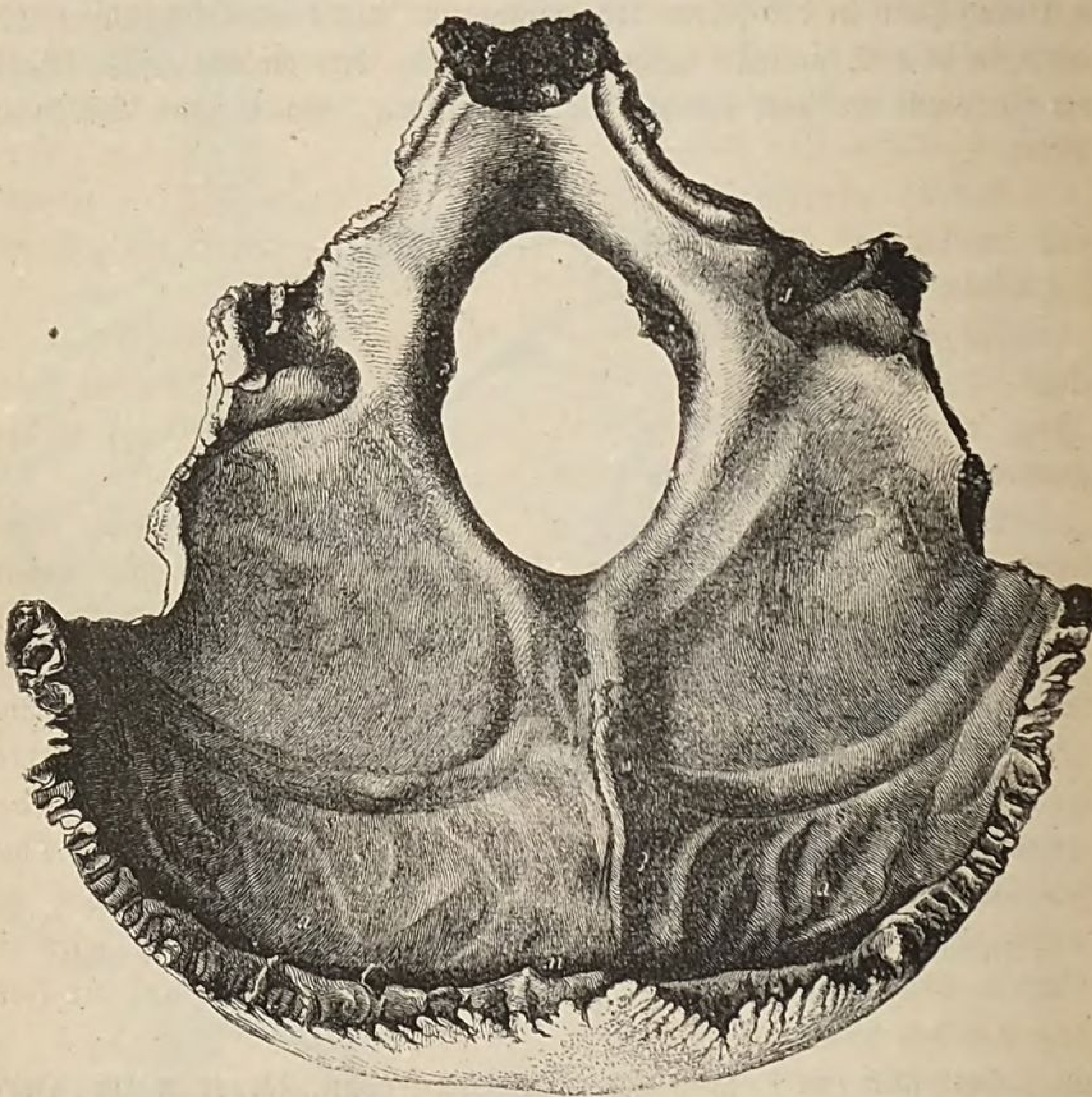


Fig. 51.

dungen des großen Gehirnes theils durch die Hirnsichel hindurch schimmern, theils den vordern und mittlern Theil des Schädels einnehmen.

Das „Grundbein" ist seiner Form und Lage wegen der Schrecken aller Studirenden der Medicin. Wir wollen daher unsere Leser mit den nur schwer zu überschauenden Einzelheiten desselben verschonen und lediglich die in der Zeichnung sichtbaren Theile besprechen. Diese bestehen außer

den (Fig. 50) durch 1, 2, 3 bezeichneten, noch in einem muschelförmigen Knochen am Hinterhaupte, der durch ein rundes Loch (Fig. 50, zwischen 1 und b) das Rückenmark R herabsteigen läßt. Betrachten wir diese hintere Muschel des Grundknochens, das „Hinterhauptbein" (Fig. 51) vom Erwachsenen, so überblicken wir die Form und die Größe des für den Durchtritt des Rückenmarks bestimmten Loches deutlicher und werden dann leicht auch am Schädeldurchschnitte des Erwachsenen (Fig. 49) die bereits oben erwähnte Nath auffinden können, welche seine Begrenzung bildet.

Auf der schrägen „Abdachung" des Grundbeins (Fig. 50, 1) ruhen das „verlängerte Mark" und jene Nervenmasse, — welche als „Brücke" die beiden Halbkugeln des großen Gehirnes verbindet.

In der sogenannten „Sattelgrube" des Grundbeins (Fig. 50, 2) liegt die Zirbeldrüse; und das flache (Gebirgs-)„Joch" des Grundbeines (Fig. 50, 3) trägt den Sehnerven in einer leichten Vertiefung, weshalb man es auch die „Sehnerven-Furche" nennt.

Wie man sieht, sind diese drei Theile des Grundbeines die Unterlage für wichtige Theile unseres Hirnes. Sie werden ferner dadurch noch einflußreich, daß jeder derselben für eine der drei Schädelgruben (in denen die drei Hirnabtheilungen liegen) gleichsam den architektonischen Schlußstein des Gewölbes bildet: 1, die „Abdachung", für die Schädelgrube des Hinterkopfes, — 2, die „Sattelgrube", für das Mittelhaupt, — und 3, das „Sehnervenjoch", für die vordere Schädelgrube. Da nun in einem architektonischen Gewölbe organischer Theile der „Schlußstein" keine andere Gestalt gewinnen kann, ohne daß dies nicht auch auf die Form des Gewölbes von Einfluß wäre, so wird eine Gestaltveränderung der drei Theile des Grundbeins auch auf die Form des Schädelgewölbes Einfluß üben.

Betrachten wir den Kopf eines neugeborenen Kretin im Durchschnitte (Fig. 52), so sehen wir, daß dieser ein sehr abweichend gestaltetes Grundbein hat. 1, die Abdachung ist ungleich steiler, — 2, die Grube ist zu einem spitzen Winkel zusammengeschoben, — 3, das Joch ist kürzer und minder flach. — Die Ursache dieser regelwidrigen Gestalt lehrt uns die Zeichnung sofort kennen. Die Knorpel fehlen fast ganz beim „neugebornen" Kretin, das Grundbein ist beim neugebornen Kretin bereits verknöchert, während es der Regel nach beim acht Wochen alten Knaben (Fig. 50) noch durch Knorpel in seine drei Theile

geschieden, also noch wachsthumsfähig ist. Beim Kretin hört das Grundbein zu zeitig auf zu wachsen und verknöchert daher in zu kleiner Form.

Der Einfluß dieser Mißbildung auf die sich entwickelnde Form des Schädels läßt sich an den Abbildungen verfolgen. Die Grundfläche des Schädels ragt nämlich 5 Monate vor der Geburt wie ein Berg in die innere Schädelhöhle hinein, und erst allmälig flacht sie sich zur Ebene ab. Beim gesunden Säugling ist die Grundlinie zwar gekrümmt, aber ungleich weniger, als beim neugebornen oder erwachsenen Kretin. Hier-

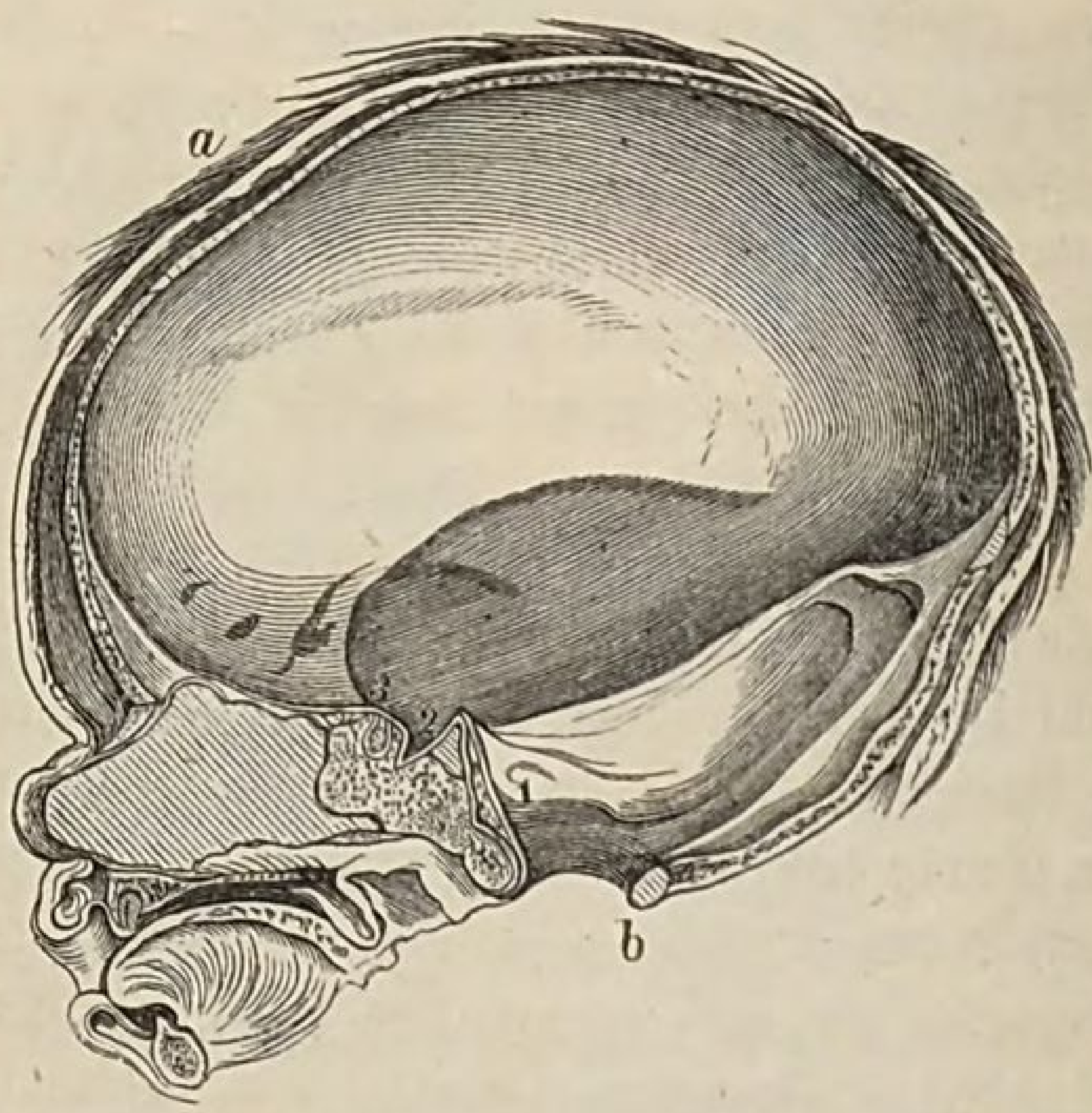


Fig. 52. Schädel eines neugeborenen Kretin.
a, b — 1, 2, 3, — wie bei Fig. 50.

durch wird beim Kretin der für das Gehirn bestimmte Hohlraum des Schädels kleiner; das Gehirn wird in seinem Wachsthum, in seiner Entwickelung zurückgehalten; und da gerade im ersten Lebensjahre das Wachsthum des Hirnes am lebhaftesten ist, so bleiben das Hirn (und der ganze Körper) in einer dem Kinde ähnlichen Form lebenslang stehen.

Außer dieser Verkürzung und Biegung der Grundfläche des Schädels äußert das Grundbein auch seinen Einfluß als „Schlußstein" der Schädelgruben-Gewölbe, indem namentlich die hinter den Schläfen liegende mittlere Schädelgrube von vorn nach hinten verschmälert wird. Das Gehirn erhält in Folge dessen nicht nur weniger Raum, sondern es sitzt

auch der ganze Kopf tiefer im Nacken, weil die Gelenkfortsätze des Hinterhauptes mehr nach vorn gerichtet sind, und der das innere Gehörorgan umschließende Knochen wird weiter nach vorn geschoben. Da nun mit dem letztern die „Wangenbeine" verwachsen sind, so werden auch diese und die Wangen herausgedrängt; ihrer Bewegung folgen nothwendig: die obere Kinnlade mit den untern Nasentheilen und dem harten Gaumen. Auch diese werden weiter nach vorn geschoben, und so erhält die ganze Form des Gesichtes beim Kretin ihre Eigenthümlichkeit. Dem Drucke der Gesichtsknochen nach oben und vorn müssen die benachbarten Knochen weichen; der untere Rand der Augenhöhle und die Nase werden nach oben gedrängt, die Augenhöhle wird breiter und flacher, die Nase wird breiter und tiefer angesetzt. Da auch Haut und Unterhautzellgewebe dicker und schlaffer sind, so daß sie sich in grobe und tiefe Falten legen, so erkennt man nun die Ursache der eigenthümlichen Gesichtsbildung des Kretin und die Verschuldung, welche daran das zeitigere Verwachsen des Grundbeines trägt. — Aehnlichen Erfolg hat das vorzeitige Verwachsen der Knochen der obern Schädeldecke. —

Da aber die Knochen auch in wichtigen räumlichen Beziehungen zur Hirnmasse stehen, so liegt die Frage nahe: welchen Einfluß regelwidrige Schädelform auf die geistigen Fähigkeiten des Kretin üben?

Außer in ihrer eigenthümlichen und ausdruckslosen Gesichtsform erkennen wir den Erfolg jener Entwickelungshemmung im ungeschickten, den Bewegungen der Bären ähnlichen Gang (ohne daß zu demselben die Bildung der Glieder nöthigte) und vornehmlich in der Geistesschwäche, welche so bedeutend ist, daß vollkommene Kretinen nicht einmal die menschliche Sprache haben, wie sie auch der Fähigkeit ermangeln, Etwas aufzufassen und zu lernen, — während Halbkretinen noch stotternde Worte herausstoßen und dieselben durch Geberden begleiten, aus denen man eine Spur des Nachdenkens erkennen kann. Bei Kretinen höchsten Grades fehlen Verstand und Wille gänzlich, oder sind doch äußerst gering. Wer möchte es leugnen, daß die „Kretinen" ihren Namen, vom romanischen Worte „cretina" (d. h. elende Kreatur, unglückliches Geschöpf) abgeleitet, mit nur zu vollem Rechte tragen? (c.)

Bei den Kretinen bewirken äußere Umstände: zu frühzeitige Schließung des Schädels und vorfrühe Verwachsung einzelner Schädelknochen, — die Verkümmerung des Gehirns und mit ihm der Geisteskräfte. Die starre, unnachgiebige Hülle verwehrt der Nervenmasse ihr

weiteres Wachsthum. Wie weit daran die klimatischen Verhältnisse, in denen die Eltern leben, namentlich das kalkhaltige Trinkwasser, wie weit ungenügende Ernährung, schlechte Luft der kleinen und feuchten Wohnungen die Schuld tragen, mag hier unerörtert bleiben; genug, daß wir, der Aufgabe der Physiologie entsprechend, das Ergebniß gewonnen haben, die nächsten Ursachen der Erscheinungen durch Beobachtung zu erkennen. Im vorliegenden Falle lehrt uns aber die Beobachtung: daß das Hemmniß in der Entwickelung des Hirnes zugleich ein Hemmniß in der Entwickelung der geistigen Fähigkeiten ist.

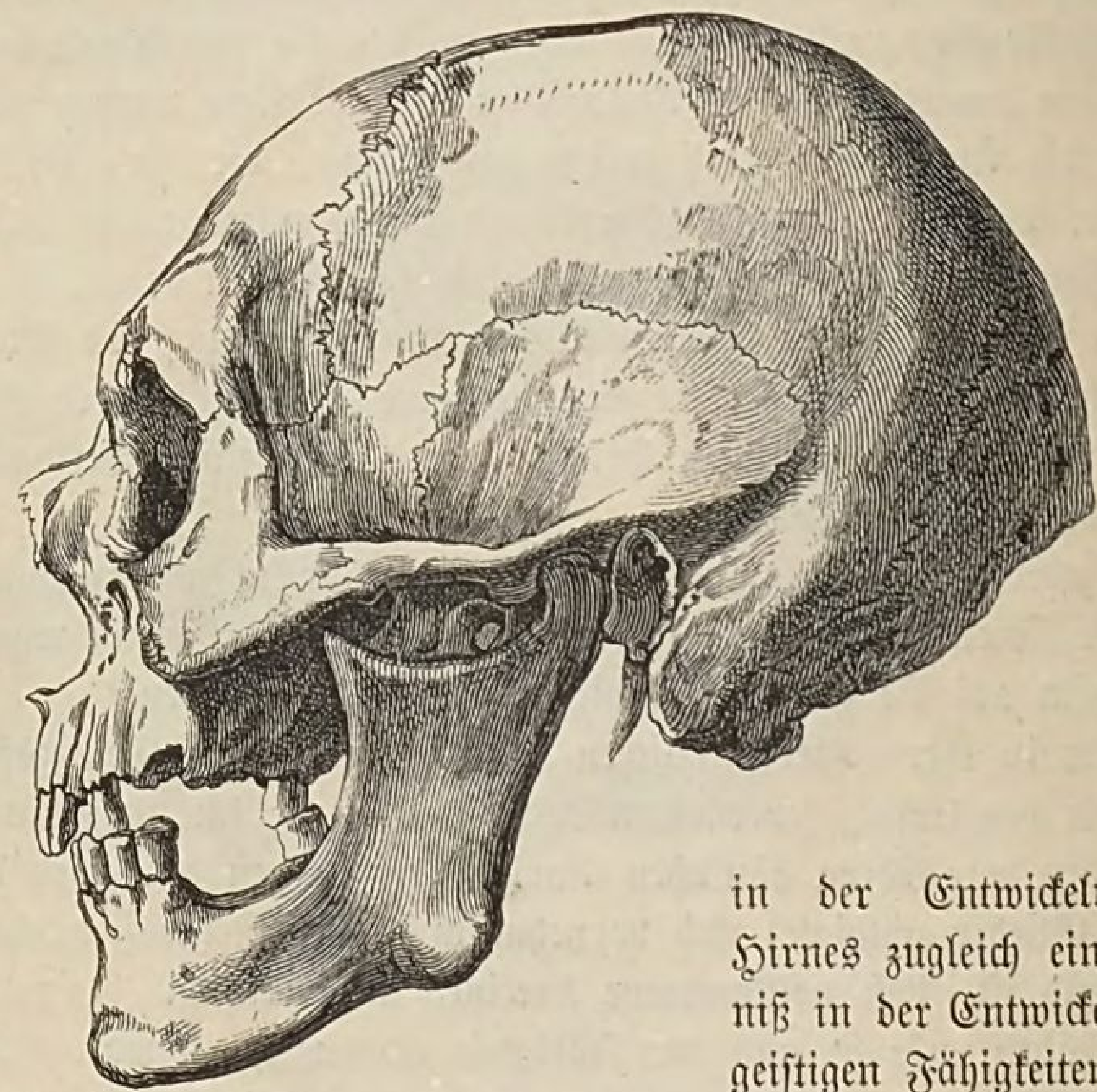


Fig. 53. Schädel des Mikrocephalen Gottfried Mähre.

Gleichen Erfolg für die geistigen Kräfte hat die ungenügende Entwickelung des Hirnes auch bei einer andern Art der Blödsinnigen: den Mikrocephalen (oder Affenmenschen), obgleich bei ihnen die Ursache eine andere zu sein scheint.

Bei den „Affenmenschen" wird die Entwickelung des Hirnes nicht durch frühzeitige Verknöcherung des Schädels, sondern durch eine innere, zur Zeit noch völlig unbekannte Ursache behindert. Im dritten Monate ihres Lebens vor der Geburt entwickelt sich das Gehirn derselben nicht mehr wie das Gehirn eines Menschen, sondern wie das „Hirn einer nicht sprechenden Seele", also dem Thiere gleichend. Der Entwickelungsgang

des Hirnes erfährt bei der Entstehung desselben eine Ablenkung. (d.) Mit dieser Aenderung im Bildungsplane des Hirnes erwächst ihnen auch eine Aenderung in den geistigen Fähigkeiten; wie im Hirn, so gleichen sie auch in geistiger Beziehung dem Thiere: sie vermögen nicht zu sprechen, und ihre Neigungen, ihr Benehmen sind thierische. Der Schädel bleibt klein, wie das Beispiel des Schädels von Gottfried Mähre (geboren

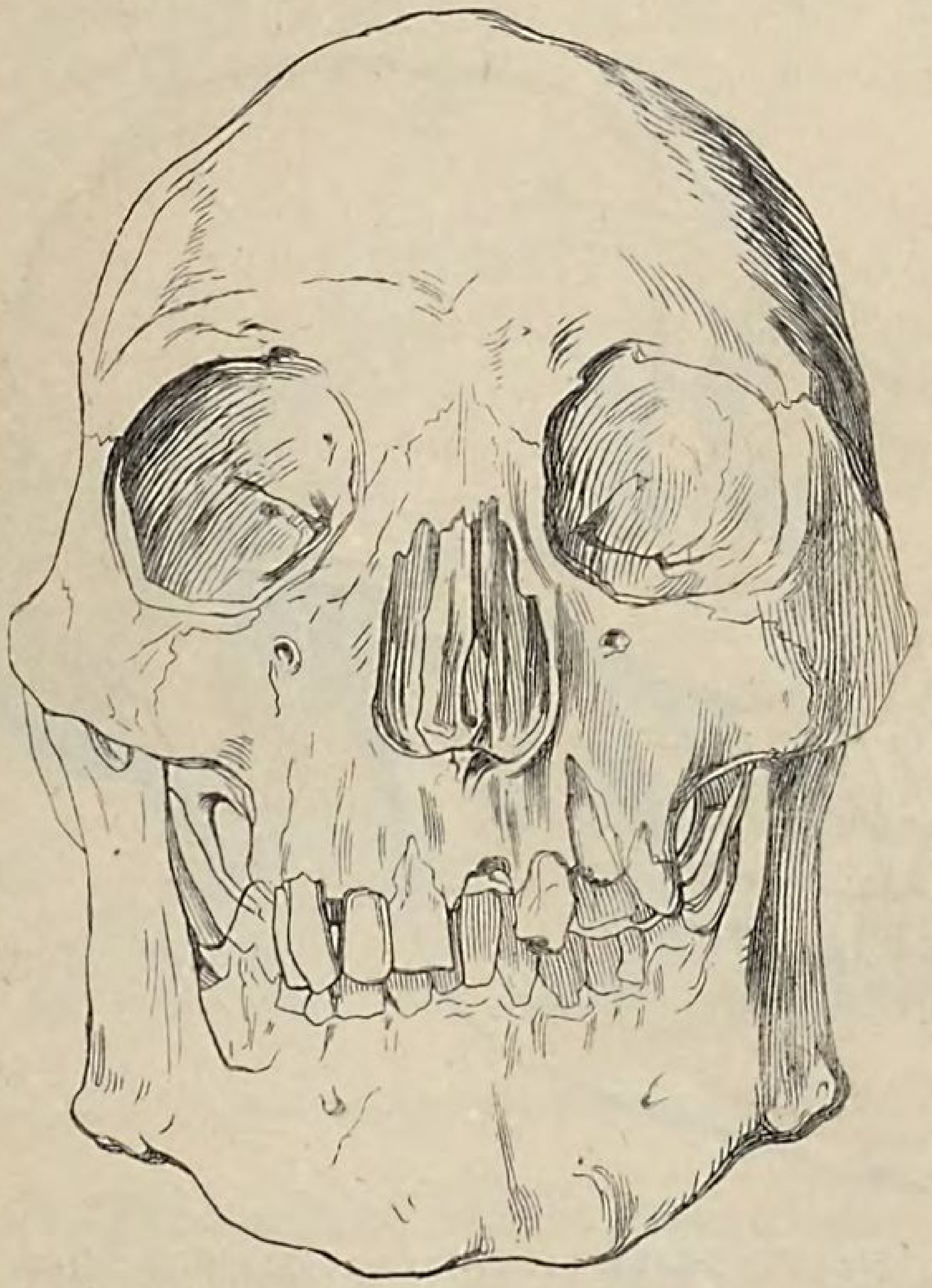


Fig. 54. Schädel des Mikrocephalen Gottfried Mähre.

in Ratzum bei Halle) lehrt, welcher im 44. Jahre seines Lebens im Irrenhause am Nervenfieber starb. Sein Körper soll wohlgebildet gewesen sein (Fig. 53). Wir haben diesen Schädel dem Schiller's gegenübergestellt (Seite 60), weil er von allen bekannten Schädeln der Kleinhirnmenschen am meisten die menschliche Form sich bewahrt hat. Er ist im Gesammteindruck dem Schädel eines australischen Negers ähnlich. Die Kleinheit des Schädels, die niedrige Stirn, das verhältnißmäßig große

Gesicht und die mächtigen Kauorgane fallen noch mehr auf, wenn wir den Schädel von vorn betrachten (Fig. 54), wo selbst im Skelet das Thierische und abschreckend Häßliche überraschend entgegentritt.

Wie die Thatsache, so ist auch die Benennung derselben nicht neu. Bereits im Jahre 1833 wurden die beiden Kinder einer armen Wittwe, Namens Sohn (in Kiwittsblott bei Bromberg) im amtlichen, der Regierung erstatteten Berichte als „menschliche Affen-Organis-

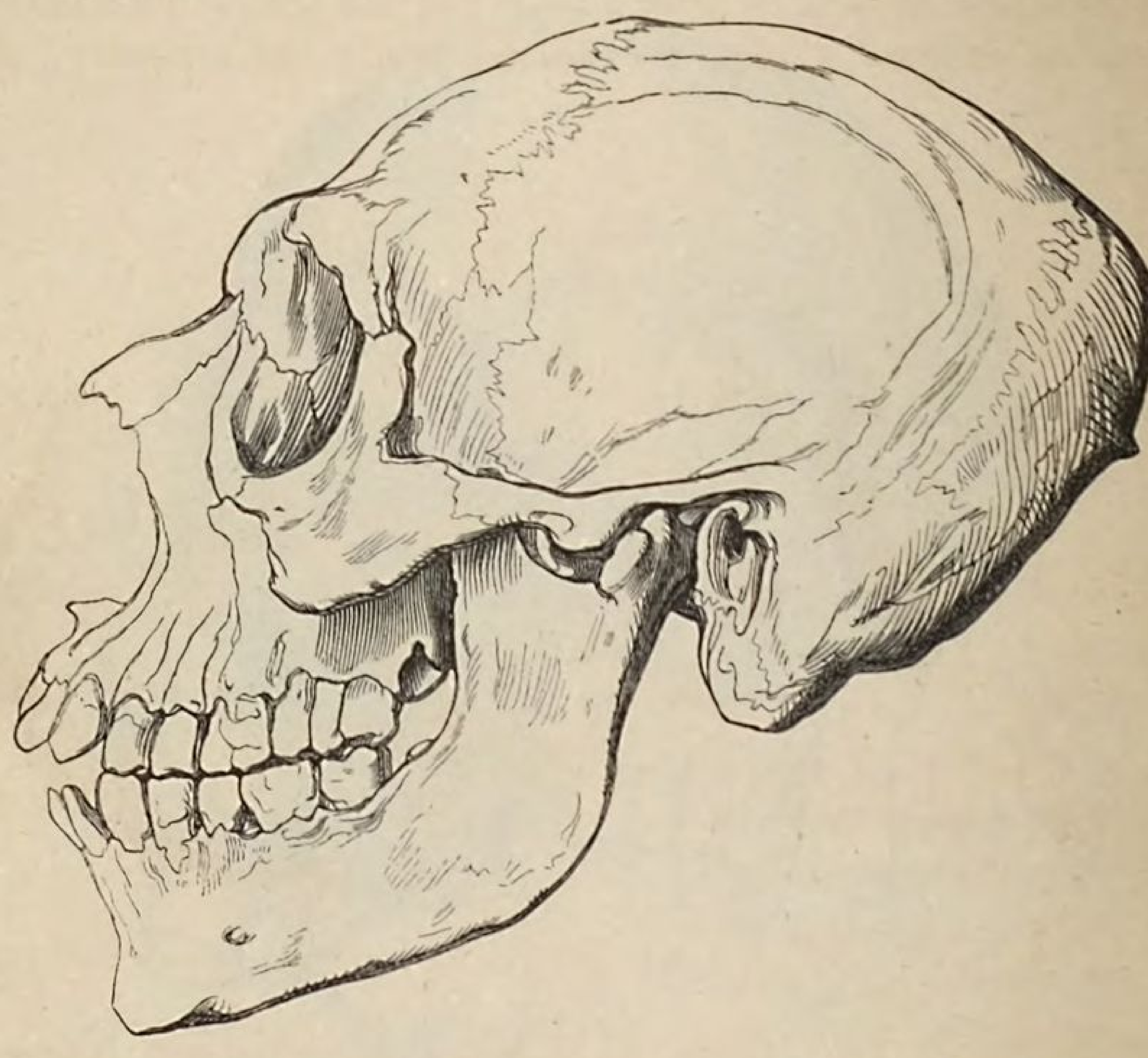


Fig. 55. Schädel des Mikrocephalen Michel Sohn.

men" bezeichnet. (e.) Der langgestreckte flache Schädel mit vorspringendem Gesicht und Munde des 20jährigen Michel Sohn (Fig. 55) entspricht dieser Bezeichnung. Im Leben wird sein Gesicht mit kleinen, tiefliegenden, klaren Augen, stark vorgeschobenem, offenem Munde mit dicken, wulstigen Lippen bezeichnet; das Gesicht ermangelte fast ganz der Stirn, denn von den dicken struppigen Augenbrauen und der wulstigen Nasenwurzel weicht der Schädel im flachen Bogen rückwärts, während struppiges, starkes, blondes Haupthaar die Stirn bedeckte. „Statt des dem

Kretin eigenthümlichen dicken, unförmlichen Kopfes, haben sie einen kleinern Kopf und namentlich einen kleinen Schädel; sie leiden auch nicht, wie die Kretinen so oft, an Kröpfen." Die Brust ist flach, die Arme hängen schlaff am Körper herab. Kopfbildung und Körperhaltung ließen „den Charakter der Bestialität noch mehr hervortreten, welcher ins vollste Licht gelangte, wenn man die Lebensäußerung dieser im Uebrigen nicht regelwidrig gebildeten Geschöpfe aufmerksam beobachtete. Mit gesunden fünf Sinnen ausgerüstet, fehlten ihnen doch alle höhern Geisteskräfte." Stierenden, dummen Blickes, mit offenem Munde und verzerrten, zum

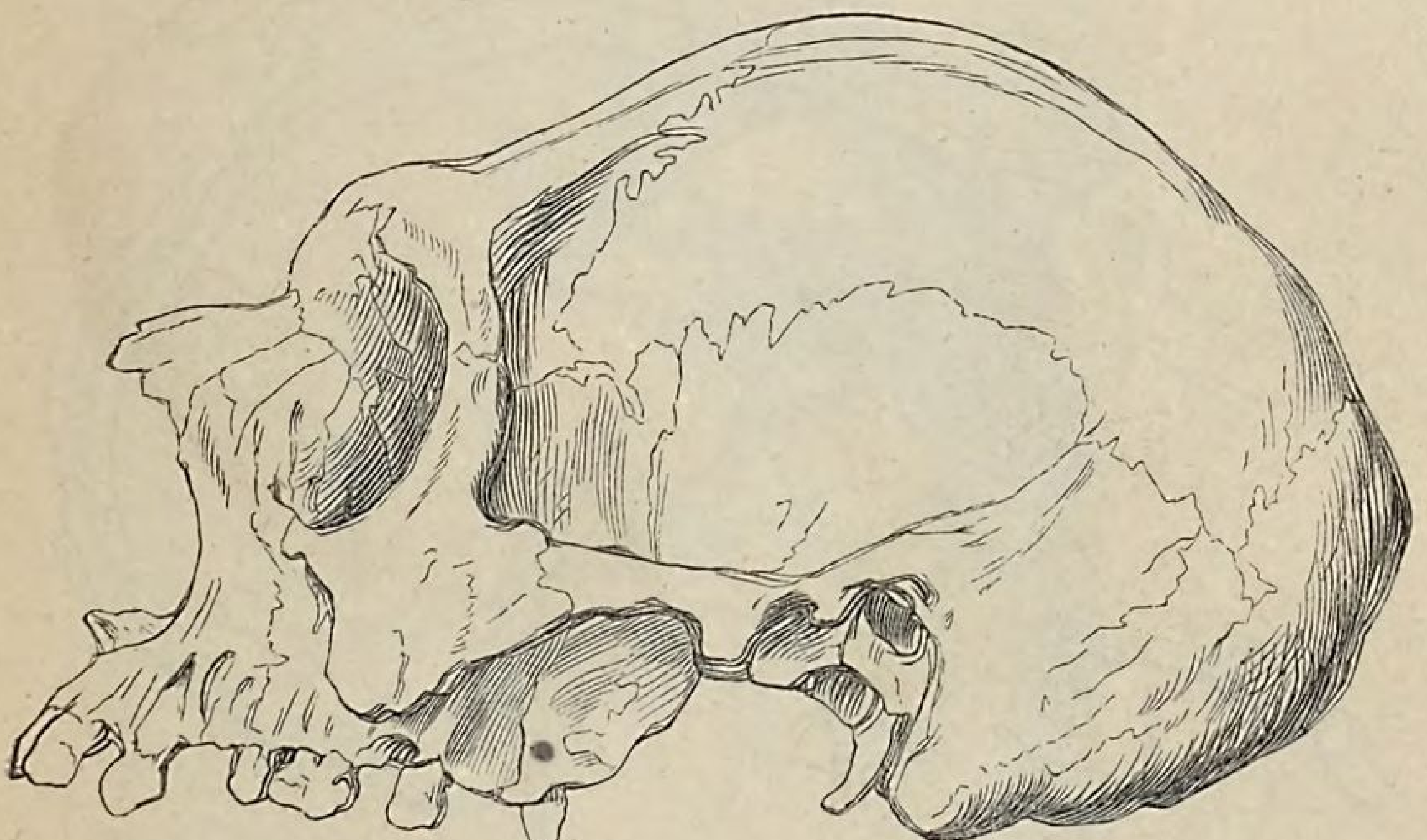


Fig. 56. Schädel des Mikrocephalen Konrad Schüttelndreyer.

Lachen verzogenen Gesichtsmuskeln, staunend, aber keineswegs schüchtern, betrachteten sie jeden Fremden. Sie waren harmlose, lenksame Geschöpfe, fielen aber lästig durch die Sucht, Alles, was ihnen in die Hände fiel, zu zerpflücken, zu zerreißen oder zu zerbrechen; ihre Kleider waren daher immer zerrissen, und sie konnten zu irgend welchen häuslichen Geschäften nicht gebraucht werden. Dargebotene Nahrungsmittel verzehrten sie mit Gier, wobei sie z. B. aus dem Kuchen die Rosinen heraussuchten und zuerst aßen. Nur mittelst unartikulirter Laute gaben beide Brüder ihre Gefühle und Begierden zu erkennen. Wenn sie sich unbeachtet wähnten, stießen sie ein kreischendes, gellendes Geschrei aus, oder erkletterten mit

Gewandtheit Bäume und ließen von da aus ihr Geheul ertönen. Der Vater war gesund und kräftig und zählte bei der Geburt des Michel 46 Jahre; die Mutter war eine wohlgebildete Frau von mittlerer Körpergröße und ihrem Stande völlig entsprechenden Geisteskräften. Außer den beiden unglücklichen blödsinnigen Affenmenschen hat sie noch fünf Kinder, einen Sohn und vier Töchter geboren, welche sämmtlich wohlgebildet und geistig gesund waren. —

Am nächsten dem Thiere steht der Schädel des Affenmenschen Konrad Schüttelndreyer von Nienstädt bei Bückeburg, welcher 31 Jahre

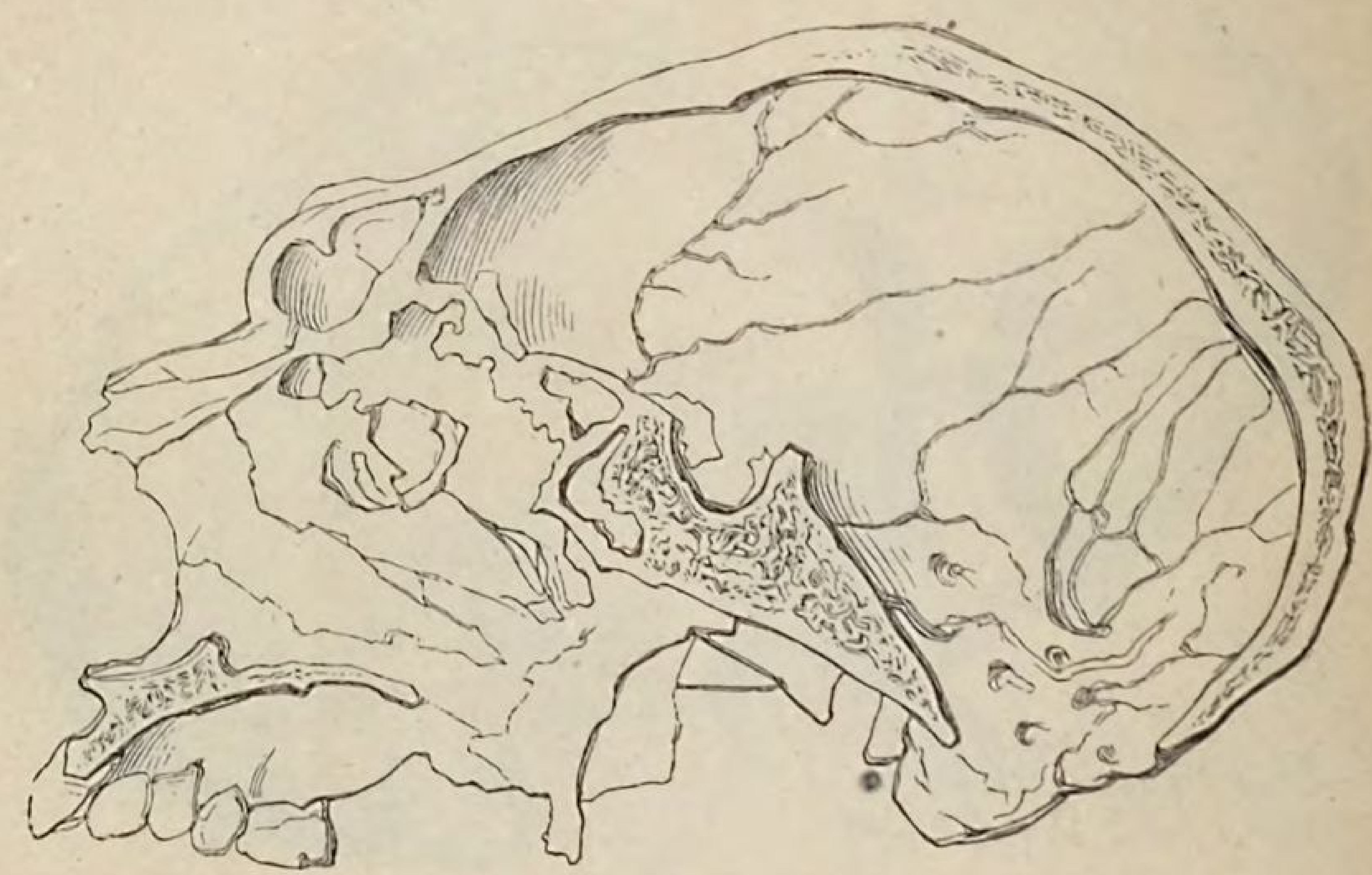


Fig. 57. Durchschnitt des Schädels von Konrad Schüttelndreyer.

alt starb und bereits 1813 von dem berühmten Physiologen Blumenbach abgebildet wurde (Fig. 56). Der genannte Gelehrte bezeichnete ihn ebenfalls als „Thiermensch". Er war von mittlerer Größe, schwachem Knochenbau, das Rückgrat nach außen gekrümmt, die Arme sehr lang; Hautfarbe bräunlich, kletterte gern auf Bäume, oder saß hinter dem Ofen und zerriß altes Papier oder schlechte Linnenlappen in kleine Stücke, was seine liebste Beschäftigung war. — Am Schädel stehen die Gesichtsknochen thierartig hervor, die Augenbrauen haben große Wülste, wie bei manchen Affen; die Schläfenleisten, an welchen sich die Kaumuskeln festsetzen, steigen hoch empor, so daß sie oben am Kopf fast aneinander stoßen, genau



Fig. 58. Der Mikrocephale Emil N.

wie bei heranwachsenden Affen, wenn die letzten bleibenden Backzähne bei ihnen hervorbrechen und bevor sich auf dem Schädel jene vorspringende

Leiste bildet, zu deren beiden Seiten sich später die Kaumuskeln des erwachsenen Thieres anheften. Die Stirn ist außerordentlich abgeplattet, und wie man an dem Durchschnitte des Schädels wahrnimmt (Fig. 57), ist der Stirnknochen zu einem dünnen, nur aus einer Knochenschicht bestehenden Knochen umgewandelt, während unter der Augenbrauenwulst mächtig entwickelte Höhlen liegen. Das Grundbein in seiner Mitte, dick, fest, gänzlich verwachsen, begrenzt einen auffallend kleinen Raum für das Hirn. Es wird nur eines Vergleichs zwischen diesem Schädeldurchschnitt und seinem Innenraume mit den früher abgebildeten Schädeln des Kretin, des gesunden Säuglings, des kleinen Kindes und des gesunden Erwachsenen bedürfen, um über die bedeutende Aenderung, welche in allen Größenverhältnissen des Schädels beim Affenmenschen sich findet, eine klare Ueberzeugung zu gewinnen. —

Wie die „Kretinen", so haben auch die „Mikrocephalen" in ihrem Aeußeren unter einander große Aehnlichkeit. Krummer Rücken, einwärts gebogene Kniee, gekrümmte und nach innen gedrehte Arme, dummes freundlich grinsendes Gesicht, mit dicken, geifernden Lippen und wulstigen Augenbrauenbogen, vorstehenden Backenknochen und niedriger Stirn — sind ihre gemeinsamen Eigenthümlichkeiten. Nach Art der kleinen Kinder freuen sie sich über ungewohnte Sinneseindrücke, z. B. über das Gefühl beim Streicheln des Pelzwerks, — über die Tonempfindung beim Hören der Musik. Der 18jährige Mikrocephale Emil N. (Fig. 58) gerieth in höchste Erregung bei den Tönen einer Drehorgel. Den Zeigefinger zum Himmel erhoben, — „stah! stah!" (soll heißen: „was ist das") hervorpressend, wiegte er sich auf und ab auf den Füßen, während das weite Maul grinste und die Augen vor Entzücken strahlten. (f.) Die „Kretinen" zeigen selten ähnliche Theilnahme; wie ihre muskelschwachen Glieder nur langsame, plumpe Bewegungen ausführen, so sind sie auch geistig stumpf, selbst wenn sie zu sprechen vermögen und einige Vorstellungen sich erworben haben, — während die „Mikrocephalen" sich behend, oft blitzschnell bewegen, auf ihre Umgebung beständig Achtung geben. Die „Kretinen" verhalten sich wie Kranke, durch frühes Leiden Verkommene; — die „Mikrocephalen" erscheinen gesund, aber geistig auf niederer Stufe, dem Thiere ähnlich. Auch manche kluge Hunde bellen freudig erregt, wenn sie Musik hören, andere deuten durch Heulen an, daß sie ihnen unangenehm ist; auch Affen, Pferde und Kameele wiegen sich nach dem Takte ihrer Klänge.

Wer erkennt nicht aus diesen Mittheilungen, daß das Benehmen aller dieser unglücklichen Geschöpfe große Aehnlichkeit mit dem Verhalten der Affen zeigt? Die jetzt in der Armenanstalt zu Hindelbank bei Bern lebende Marie Sophie Wyß verhält sich ganz in ähnlicher Weise. Sie hat zwar gelernt, auf ihren Namen zu hören, sich reinlich zu halten, ihre Haare zu kämmen, ihre Schuhe anzulegen; aber im Uebrigen verhält sie sich thierisch. Mit affenähnlicher Behendigkeit welchselt sie jeden Augenblick ihre Stellung, so daß es unmöglich war, sie zu photographiren; Alles, was in ihrer Umgebung geschieht, faßt sie blitzschnell auf und wiederholt die Bewegungen, wenn sie gut gelaunt ist. In der Nacht, wo sie wenig und unruhig schläft, beschäftigt sie sich stundenlang damit, die Bänder ihrer Haube und Kleider in Knoten zu verknüpfen, Papiere und Lappen in kleine Stücke zu zerreißen. Worte vermag sie nicht zu sprechen. Bevor sie in die Anstalt kam, war sie in ihrer Heimath der Schrecken der Hunde; sie lief ihnen nach, wenn sie Etwas zu fressen im Maule hatten, sprang ihnen dann auf den Rücken und ohrfeigte sie so lange, bis sie den Bissen fallen ließen, — worauf sie denselben gierig verschlang. Die Kinder im Dorfe spielten und tollten mit dem Mädchen wie mit einem Hausthiere. Der Vater ist ein kräftiger, gesunder Arbeiter; nach dem Tode der ebenfalls wohlgebildeten Mutter und dem Wegzuge der älteren Geschwister vermochte er das „Affenkind" nicht weiter zu hüten und gab sie daher in die Anstalt. Das Kind gleicht in geistiger Beziehung, sowie nach Schädelform und Rückgrat dem „Affen", im Gesicht einem schiefzähnigen „Menschen", von Körper einem wohlgebildeten Menschenkinde.

Im Allgemeinen kann man die Schädelbildung der Mikrocephalen so am besten kennzeichnen, daß man den Schädel sich zusammengesetzt vorstellt aus einer affenartigen Hirnkapsel mit einem vorgestreckten menschenartigen Gesichte. Der menschliche Charakter ist in Kiefer, Bezahnung und Kinn sehr deutlich ausgesprochen; aber während beim wohlgebildeten weißen Menschen die Zähne senkrecht stehen, so daß man sie verkürzt sieht, wenn man den Unterkiefer von oben betrachtet (Fig. 59), stehen sie dagegen beim Affenmenschen nach vorn gerichtet, so daß man ihre innere Fläche sieht, wenn man den Unterkiefer in gleicher Weise von oben betrachtet (Fig. 60). — Das Hirn der Mikrocephalen ist sowohl hinsichtlich des Umfanges und der Oberfläche, wie hinsichtlich der Anordnung seiner einfachen Windungen, der Zuspitzung nach vorn und der von den Windungen in der

Gegend der Schläfe gebildeten Grube in hohem Grade den Affen ähnlich. Die Mikrocephalen sind in ihrer Bildung, in ihrem Verhalten ein Beispiel dafür, daß unsere geistige Thätigkeit abhängt von der Gestaltung des

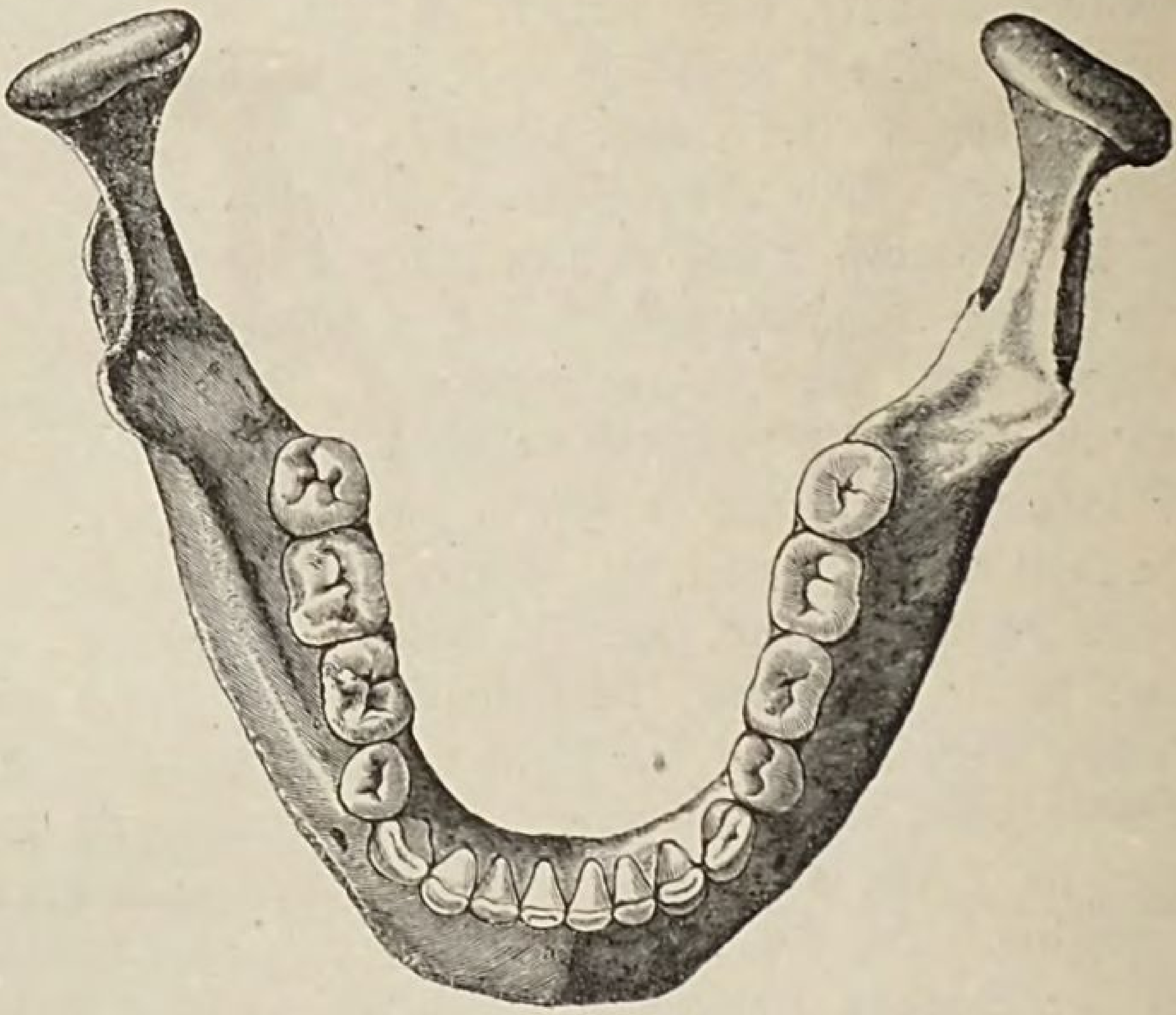


Fig. 59. Unterkiefer-Knochen eines gesunden Menschen, von oben betrachtet.

Gehirnes und namentlich von der Größe der Oberfläche der beiden Halbkugeln des großen Gehirnes und der Zahl der Windungen, welche die Oberfläche und die Ausbreitung der grauen Substanz vermehren.

Wie man sieht, beruht das „Affenthum" der Mikrocephalen weniger in ihrer äußern Erscheinung, als in ihrem Wesen. Sind auch ihre Glieder lang und dünn, wie bei jenen Thieren, so trägt doch ihr lang-gestrecktes Antlitz trotz niederer Stirn und kleinen, tiefliegenden, ausdrucksvollen Augen entschieden menschliche Form. Aber der Eindruck, den dieses Gesicht auf den Beschauer macht, erinnert an das Thier durch die halb unbewußten Verzerrungen, welche vom menschlichen Mienenspiel weit abweichen. — Das Benehmen und Gebahren der „Affen-Menschen" rechtfertigt diese Benennung in Spiel, Zeitvertreib; Essen, körperlichem Verhalten, Nachahmungstrieb, Gedankenlosigkeit; die artikulirte Sprache fehlt, das selbstbewußte Denken fehlt (wir werden später die geistigen und körperlichen Bedingungen der menschlichen Sprache

kennen lernen), Bildungsfähigkeit, Verstand fehlen, — kurz, die Mikrocephalen entbehren gerade dessen, was auf geistigem Gebiete den „Menschen“ zu seinem Vortheile vom „Thiere“ unterscheidet.

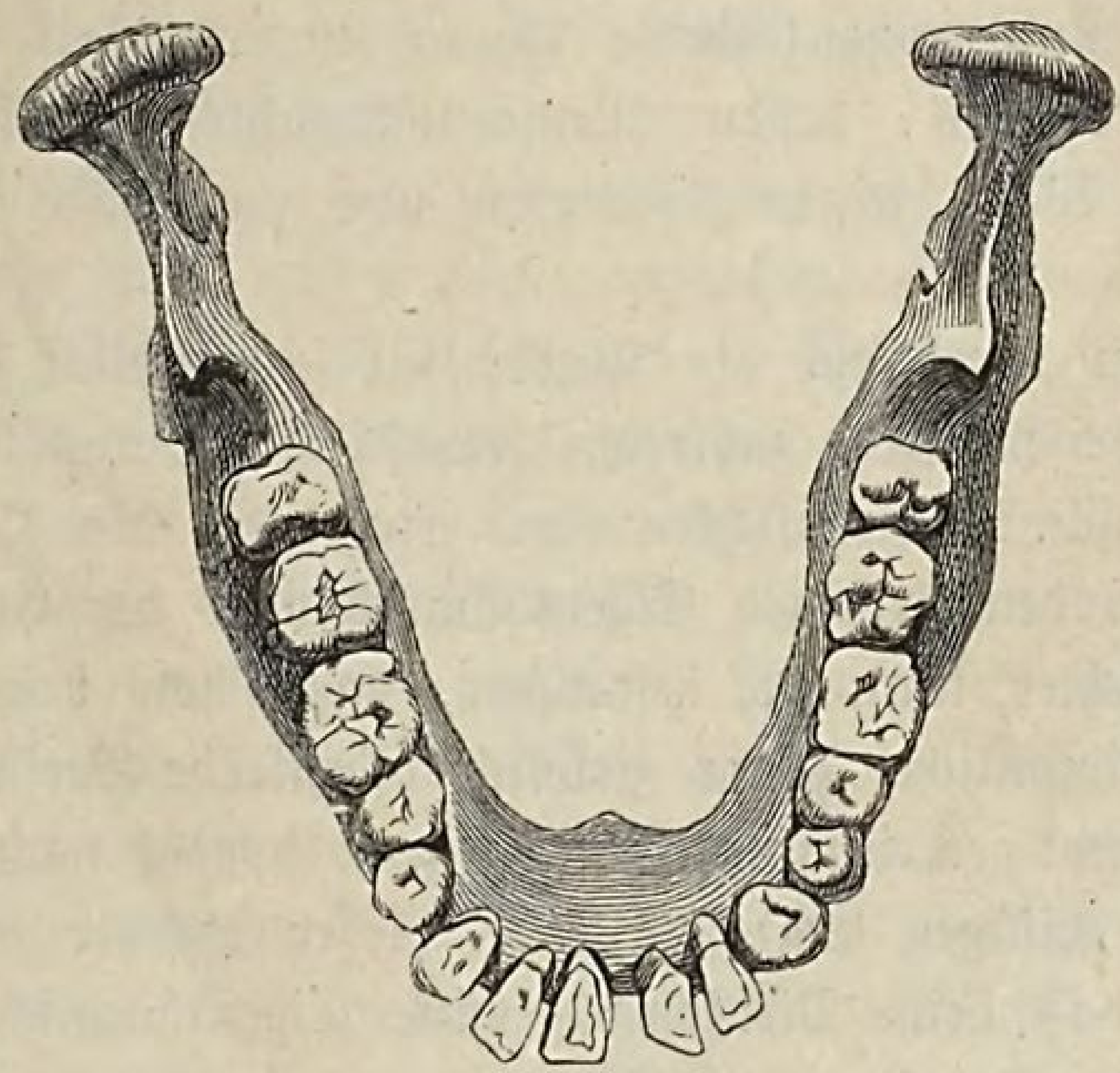


Fig. 60. Unterkiefer-Knochen des Affen-Menschen Michel Sohn, von oben betrachtet.

Für diesen Mangel in den geistigen Thätigkeiten der Mikrocephalen vermögen wir nach dem Standpunkte unserer heutigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse keine andere Ursache zu erkennen und aufzufinden, als die ungenügende und von der regelmäßigen Grundform abweichende Entwickelung des Gehirnes. Und was verschuldet diese Abweichung? Wo finden wir die Ursache jener für den Affenmenschen so verhängnißvollen Ablenkung im Entwickelungsgange des Hirnes, deren erste Spuren sich ungefähr im dritten Monate nach seiner ersten Entstehung, also etwa ein halbes Jahr vor seiner Geburt, durch mühsame Vergleiche und Forschungen haben auffinden lassen? — Versuchen wir diese Fragen mit den Hülfsmitteln unserer heutigen Erkenntniß zu beantworten.

Die nächste Vermuthung würde sein, daß durch Erblichkeit von den Eltern auf die Kinder die Mißbildung übertragen wird; aber diese Vermuthung ist irrig. „In allen Fällen, von welchen uns Nachrichten vorliegen, waren Väter, Mütter, gesund und wohlgebildet, normal an Körper und Geist, und sind gewöhnlichen Krankheiten erlegen; niemals

finden sich bei den Eltern Spuren erblicher Krankheiten und Mißbildungen; auch ihre Familien zeigen, soweit man sie verfolgen kann, nichts Abnormes dieser Art." (g.) Wie ein Blitz aus heiterem Himmel, so trifft also die beklagenswerthen Eltern das Loos, daß die Reihe ihrer gesunden und wohlgebildeten Kinder unterbrochen wird durch die Geburt eines Wesens, dessen Menschenähnlichkeit zweifelhaft ist, das unnütz für die Welt, seinen Erzeugern nur zur Plage und zum Kummer lebt.

Es gleichen überhaupt die Kinder für gewöhnlich den Eltern nur in begrenzter Weise. Jede zahlreiche Familie kann uns lehren, wie trotz gewisser gemeinsamer Aehnlichkeit im Einzelnen die Kinder von der Körperform und den geistigen Eigenthümlichkeiten der Eltern abweichen. (Jeder Hundezüchter kann es bestätigen, daß schon beim ersten Wurfe einer Hündin sämmtliche Junge ziemlich bedeutende Verschiedenheiten von ihr und von ihrem gemeinsamen Vater zeigen, sowohl nach Farbe, Körperbau, als nach geistigen Eigenschaften.) Jeder unserer Leser wird Beispiele kennen, daß beim Menschen gewisse Eigenthümlichkeiten sich bald vorzugsweise vom Vater auf die Tochter, von der Mutter auf den Sohn vererben, oder — was noch häufiger der Fall ist — von den Großeltern auf die Enkel. Sehr häufig ist es z. B., daß des Vaters rothe Haare seinen sämmtlichen Söhnen und Töchtern fehlen, aber in einem oder mehreren Enkeln wiederkehren, obgleich deren Väter und Mütter diese Haarfarbe nicht hatten. In einer Familie, welche durch Regelwidrigkeiten der Hautbildung den Namen der „Stachelschwein-Menschen" trug, vererbte sich mehrere Generationen hindurch die Regelwidrigkeit in dieser Weise, wurde also den Kindern durch Personen vererbt, welche sie selber nicht besaßen. Man nennt diese überspringende Vererbung „Atavismus" (vom lateinischen Worte atavus, der Urgroßvater).

Aehnliches finden wir bei Thieren und können bei ihnen nachweisen, daß der Rückschlag noch bis in eine viel frühere Zeit sich erstreckt. Unsere seit Jahrhunderten gezüchteten Haustauben, deren keine je in die Nähe einer wilden Taube gekommen ist, brüten von Zeit zu Zeit Junge aus, welche die Farben, die Flügelbänder und andere Eigenthümlichkeiten der wilden Taube, der ursprünglichen Stammeltern, wiederum zeigen. Pferde werden zuweilen geboren mit Streifen auf Rücken und Schultern und mit Ringeln um die Füße, nach Art der jetzigen wilden Pferde Afrika's, die Alle solche Farbenstreifen zeigen,

und welche nachweisbar mit unsern Pferden von gemeinsamen Ureltern abstammen. Ja zuweilen finden sich Pferde, welche nicht nur den in eine einzige große Zehe verschmolzenen Huf an ihren Füßen tragen, sondern zur Seite desselben kleine Zehen, die also in den Beinen die Formen wiederholen, welche ihr längst ausgestorbenes Stammthier besaß. (h.)

Dieser Rückfall in der Körperbildung auf die Eigenthümlichkeiten früher Voreltern wird uns weniger auffallend erscheinen, wenn wir uns erinnern, daß alljährlich Aehnliches in Millionen von Beispielen als Regel und nothwendige Bedingung geschieht. Sehen wir doch aus dem Ei die Raupe, aus dieser die Puppe und aus der Puppe das geflügelte Insekt hervorgehen, welches wieder Eier producirt und damit den Kreislauf der Formen von neuem beginnt. Können wir doch die Frösche in Larvenform, kleinen Fischchen ähnlich, in jedem Frühjahre sich in den Gräben lustig tummeln sehen. Wissen wir doch, daß bei dem (1842 entdeckten) Generationswechsel der Ohrquallen oder Medusen zuerst dem Eie ein kaum eine Linie großes Thierchen entschlüpft, welches sich frei im Meere bewegt, sich dann an eine Meerpflanze festsetzt, Fühlarme um die kleine Maulöffnung bekommt und ein neues Thier zu sein scheint, bis es allmälig wachsend, an seinem Körper durch Quereinschnitte sich abschnürend in eine Anzahl mit Fühlfäden versehene Scheiben zerfällt, deren jede als selbstständiges Thier, als junge „Qualle", umherschwimmt und wieder Eier legen kann. Noch auffallender ist das Verhältniß bei den Blattläusen, jenen zarten, kleinen, grünen Thieren, welche der beständige Aerger aller Rosenzüchter sind. Die Blattläuse würden den Winterfrost nicht überstehen können. Im Herbste legt das Weibchen Eier, aus denen wir die Jungen im Frühjahre auskriechen sehen. Das Männchen hat Flügel, das Weibchen nicht. Im Frühjahre erscheinen nur ungeflügelte Weibchen, und diese gebären lebende Junge. Es findet sich kein einziges männliches Thier, sondern immer wieder werden von den Weibchen („Ammen" genannt) ähnliche Nachkommen, wie sie selber sind, geboren; nur zuweilen finden sich einzelne Weibchen, welche nach Art der Männchen Flügel haben, und die daher auf anderen Gewächsen einen Wohnsitz aufsuchen können; aber auch diese bringen lebende Junge zur Welt, und deren Junge wiederum, bis im Laufe eines Sommers 15 Generationen der ungeflügelten, grünen Weibchen einander gefolgt sind. Dann treten im Herbst mit der 16. Generation plötzlich geflügelte

Männchen auf, und die der Flügel entbehrenden Weibchen legen jetzt wieder Eier für den Winter. (i.)

Es kommt also Jahr aus, Jahr ein der „Atavismus" bei gewissen Thieren zur Ausführung und überschlägt bei manchen regelmäßig die Zeitdauer von 15 Generationen, ohne doch zu verschwinden. Fünfzehn Generationen! Für diese Thiere die Zeit eines halben Jahres, — für den Menschen die Zeit eines halben Jahrtausend. — Beim Pferde zeigt sich der „Atavismus" im Rückfalle auf die Fußbildung seiner Urväter. Beim Menschen findet sich zur Zeit für das Vorkommen der Mißbildung des Hirnes der Mikrocephalen keine andere glaubwürdige Erklärung, als die einer „atavistischen Bildung, welche in den Gewölbtheilen des Gehirnes auftritt und als nothwendige Folge eine Ablenkung der Entwickelung vor der Geburt nach sich zieht, die in ihren wesentlichen Eigenthümlichkeiten auf den Stamm zurückführt, von welchem aus die Menschengattung sich entwickelt hat." (k.)

Dieser Stamm ist uns noch unbekannt. Vielleicht birgt die Erde in ihrem Schooße noch Ueberbleibsel desselben. Ist doch erst ein sehr kleiner Theil der Erdoberfläche nach den Resten früherer Jahrtausende durchforscht; kennen wir doch die Stammes-Eltern des Pferdes erst seit über einem Jahrzehnt! Neue Entdeckungen werden zu neuen Beobachtungen und Schlußfolgerungen führen. — Dieser Stamm ist nicht der Affe, — doch hat letzterer gewisse Aehnlichkeiten mit demselben. Jedes Pferd hat vor seiner Geburt eine Entwickelungsform durchlaufen, in welcher seine Füße aus einzelnen Zehen bestanden: den Füßen des Urahns ähnlich; — jeder Mensch hat vor seiner Geburt eine Entwickelungsform durchlaufen, in welcher sein Gehirn von anderer als menschlicher Form, glatt und ohne Windungen auf der Oberfläche war: dem Hirn des Urahnes ähnlich. Zu dieser Zeit wird die Entwickelung des Gehirnes bisweilen gestört und vom gewöhnlichen Bildungsgange abgelenkt. Das Hirn entwickelt sich dann nicht zur menschlichen Form, sondern nur zu einer minder ausgebildeten, dem thierischen Hirn ähnlichen. Auch der Affe hat vor der Geburt zu gewisser Zeit ein Gehirn, dessen Formen mit denen des gesunden menschlichen Gehirnes vor der Geburt im Wesentlichen übereinstimmen; von da ab ist aber die Entwickelung beider eine verschiedene. — Allerdings kennen wir den Ur-Ahn des Menschen nicht; aber „kann uns dies verhindern, die einzelnen Thatsachen, welche wir kennen, mit einander zu verbinden? Gewiß nicht."

Von höchstem Interesse wird dann, wenn wir einst den Schädel des gemeinsamen Ur-Vater der Menschen und Affen kennen lernen sollten, der Vergleich mit den Schädeln der heutigen Nachkommen jener Seitenlinie sein, welche sich eben nicht zu „Menschen" emporarbeiteten, sondern welche (im Joche der Faulheit und Sinnlichkeit lebend) zu jenen Thieren herabsank, die wir heute als „Affen" bezeichnen.

Diejenigen, welche der alten Welt entstammen, stehen uns noch heute nahe. Der Schädel eines Orang-Utan (aus Asien) zeigt eine schöne Rundung der Knochenkapsel, welche das Hirn einschließt, aber das ungünstige Verhältniß zwischen der Größe derselben zu den Gesichtsknochen und der Kinnlade ist noch weit bedeutender, als beim Blödsinnigen, oder beim Affenmenschen. Dennoch zeigt er unverkennbare Ueberlegung und im gewissen Grade Klugheit. — Es scheint der sanfte, fast immer heitere und gutmüthige Orang-Utan sich zum Menschen hingezogen zu fühlen. Sowohl er, wie der ihm vielfach ähnliche Chimpanse (welcher im größten Theile Afrika's heimisch ist) treten mit ihren Pflegern bald in ein wahrhaft freundschaftliches Verhältniß, lernen Worte der menschlichen Sprache verstehen, sind meistens folgsam (außer wenn sie leidenschaftlich erregt sind), fühlen sich sichtbar geehrt durch menschliche Gesellschaft und betragen sich gegen den Menschen als gegen einen höher Stehenden, — während sie gegen Thiere und auch gegen Affen großes Selbstgefühl und das Bewußtsein der Ueberlegenheit an den Tag legen, — zeigen sich anhänglich, — und unterscheiden ihre Freunde genau von fremden Personen.

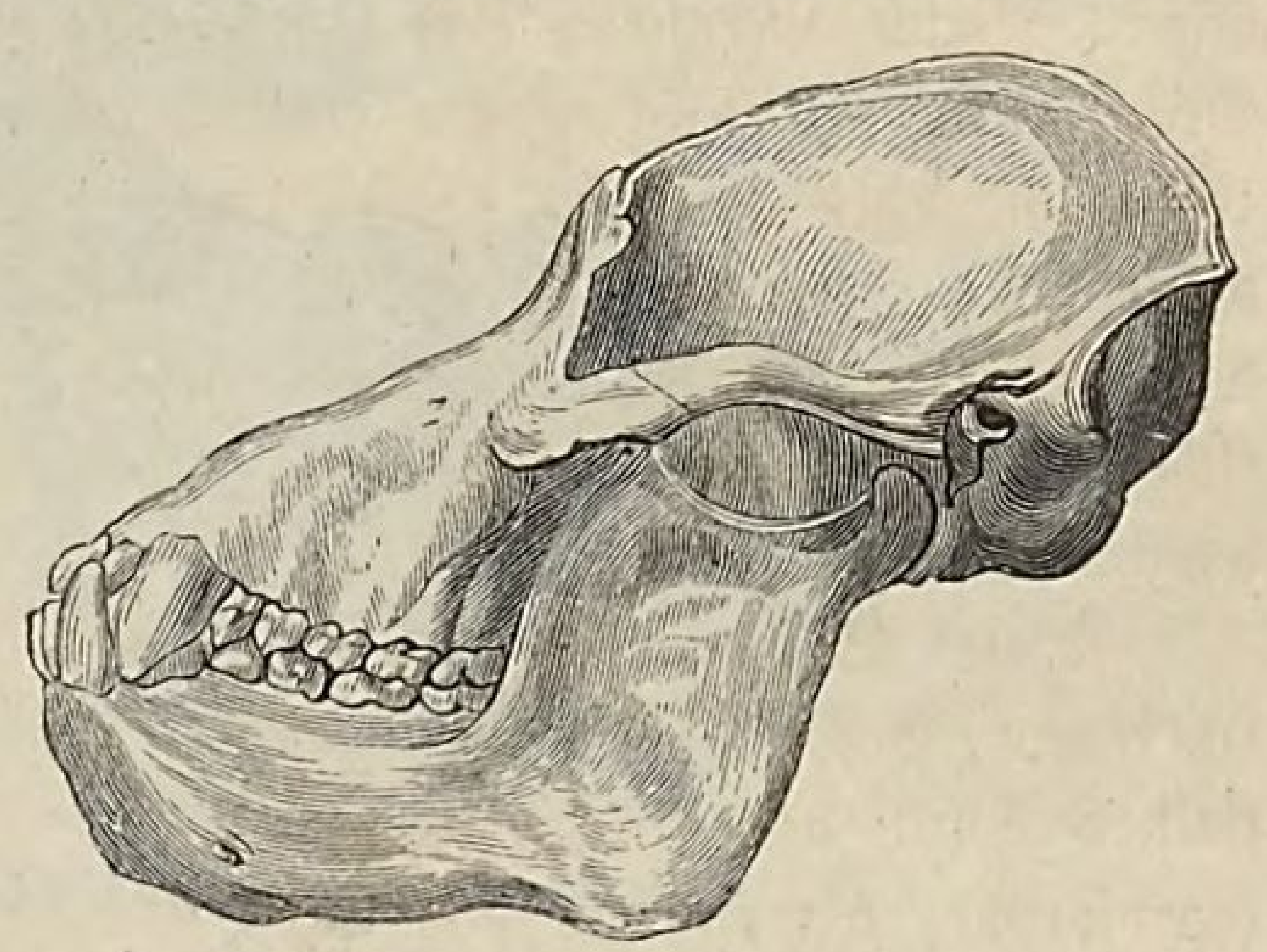


Fig. 61. Schädel eines alten Orang-Utan. (1/5 nat. Gr.)

Wer jemals mit einem Orang-Utan oder einem Chimpanse wiederholt freundlich verkehrt hat, der wird sich auch von der stillen Sanftmuth und der heiteren Drolligkeit dieser Thiere angezogen gefühlt haben und wird (vielleicht mit Ueberraschung) zugeben müssen: Es ist nicht Alles, aber es ist viel von einem Menschen in ihnen.

Ganz anders verhält sich dagegen der (südafrikanische) Gorilla, von welchem bisher, außer Skeleten und Häuten, nur ein einziges lebendes

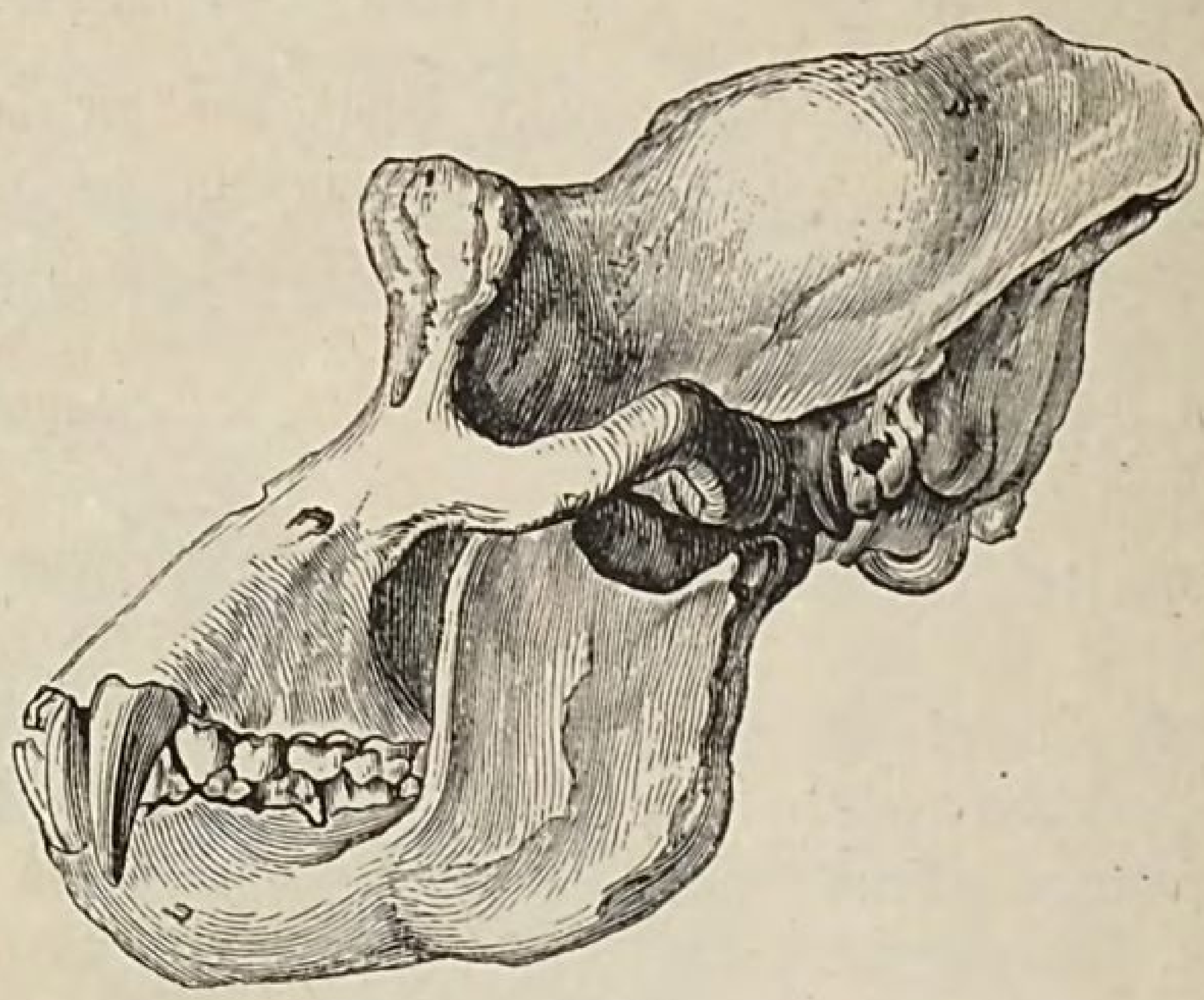


Fig. 62. Schädel eines alten Gorilla.

Thier nach Europa gelangt ist. Wer den wilden Gesellen in kranken und gesunden Tagen beobachtet hat, der staunte wohl über seine (durch breite Brust und kräftigen Gliederbau unterstützte) äußere Menschenähnlichkeit, — aber er fand ein weit weniger dem menschlichen Einflusse zugängliches Wesen in ihm. In seinem Zimmer schien er anfangs den fremden Besucher nicht zu bemerken (während Orang und Chimpanse auf ihn zukamen und unaufgefordert die Hand reichten); dann sprang er spielend dem Fremden näher, gewöhnlich auf einen höheren Gegenstand, und — ehe man es sich versah, hatte man den dickbäuchigen Tolpatsch auf der Achsel oder auf dem Schooße, wobei er gleichzeitig irgend etwas vom Anzuge ergriff und zu lösen versuchte. Wer ihn fortjagen wollte, nach dem biß er; wer aber ruhig und freundlich mit ihm sprach, auch wohl ihn streichelte, von dem ließ er sich Alles gefallen. Doch nahm er kein Interesse an der Person. In wenig Augenblicken war er wieder weggesprungen, zum Wärter, — oder zu dem Hunde, der ihm als Spielkamerad beigegeben. — Dabei waren seine Bewegungen äußerlich dem Menschen ähnlich; er klatschte mit beiden Händen zusammen, wenn er

sich freute, — er schlug sich auf die Brust*), wenn er böse war, — er gab Töne des Zornes und der Ungeduld von sich, — aber er war in sehr geringem Grade gelehrig. (In fast zwei Jahre langer Pflege hatte man ihn nicht an Reinlichkeit gewöhnen können, wozu bei Hund, Katze und Papagei wenige Worte genügen.)

Der Schädel — mit dem mächtigen Gebiß und der breit hervorstehenden Knochenleiste zum Ansatze der Kaumuskeln — macht damit übereinstimmend den Eindruck des Thierischen, obgleich die großen Träger der Augenbrauen an Menschenschädel aus vorhistorischer Zeit erinnern, wie z. B. an den in der Lehmschicht einer Höhle des Neanderthales am Rhein aufgefundenen. (l.) —

Die Aehnlichkeit zwischen Affen und Mensch zeigt sich wesentlich nur in der äußeren Körperform, weniger auf geistigem Gebiete. Dabei sind die Unterschiede zwischen Mensch und Affen auch äußerlich nicht unbedeutend; — sind doch die Affen am ganzen Körper behaart, mit langen Armen und dünnen Beinen ohne Waden, mit abstehendem Greif-Daumen an Händen und Füßen, mit hagerem Leib oder Hängebauch ohne Gesäß, zum Theil aber mit Gesäß-Schwielen, meistens mit langem Schwanz, mit thierischem Kopf und kleinem Schädel (also auch kleinem Hirn), mit dünnen Lippen und endlich — worauf bis jetzt von Niemand aufmerksam gemacht wurde — ohne Kinn. (Nur der Mensch hat ein vorstehendes Kinn; kein Thier!)

Und trotzdem ist nicht zu leugnen, daß die genannten 3 menschenähnlichen Affen: Orang-Utan, Chimpanse und Gorilla viel größere Aehnlichkeit haben mit dem Menschen, als mit den klügsten Thieren und den ältesten Genossen der Menschen: Hund, — Lhama, — Pferd, — ja sogar mit den unter ihnen stehenden Affen.

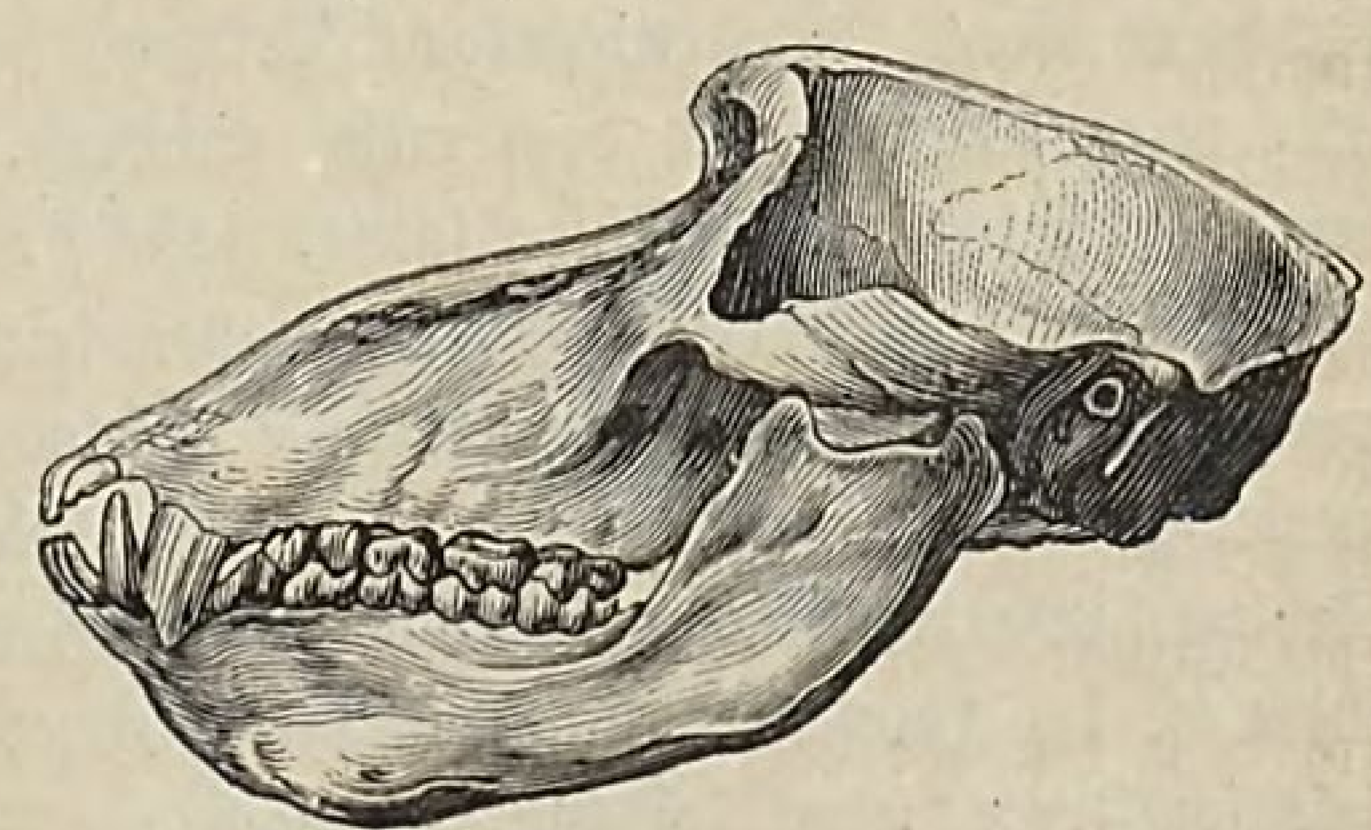


Fig. 63. Schädel eines alten Pavian.

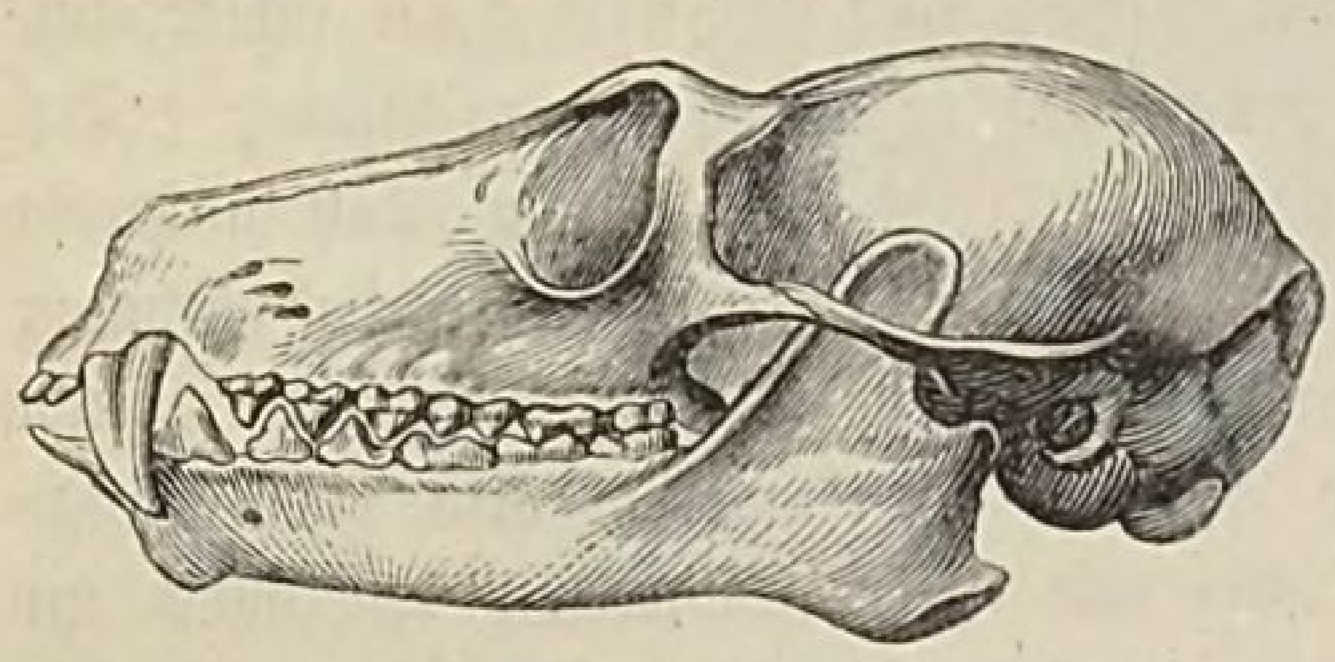
Wie weit unterscheidet sich schon der Schädel des Pavian, oder Hundsaffen (Cynocephalus, wie ihn bereits Aristoteles nannte) vom Schädel

*) Dies wird von Brehm und Anderen bezweifelt; doch habe ich es selber gesehen. Der Verf.

des Orang oder Gorilla! Wie überragt das Gebiß mit den mächtigen Kinnladen an Größe die kleine Hirn-Kapsel des Schädels!

Ebenso groß ist der Unterschied auf geistigem Gebiete; — der (in ganz Afrika und einem großen Theile Asiens heimische) **Pavian** zeichnet sich durch Wildheit, unverschämte Tücke, Zorn, Bosheit, ekelhafte Sinnlichkeit und unzähmbare Frechheit aus. Wenn der Orang-Utan im Aeußeren als ein Zerrbild des Menschen erscheint, so ist der Pavian mit seinem Hundekopf ein Zerrbild des Orang-Utan. „Hätte er zum Hundekopfe nur auch die ehrliche Hundeseele."

Noch weiter ist der Abstand des Halb-Affen, wie z. B. eines **Maki**, dessen Fuchskopf mit den glänzenden Augen, dessen schnelle und zierliche Körperbewegungen auf nicht unerhebliche geistige Thätigkeit hinzudeuten scheinen, indessen der kleine Schädel mit den großen Kauwerkzeugen Anderes lehrt. Wirklich ist das Thier auf einer sehr niedrigen Stufe geistiger Befähigung. Während des Tages im Waldesdickicht auf Bäumen schlafend, erwacht er mit der Dämmerung zur Thätigkeit und begibt sich in größeren Trupps schreiend auf den Kriegspfad, behende und gewandt durch die Wipfel schlüpfend und nach Beute suchend. Alles ist ihm genehm; — Vögel oder deren Eier, Insekten, Larven, Früchte, junge Blätter und Knospen, — Alles wird eilfertig und doch mehr naschend, als gierig verzehrt. In der Gefangenschaft ist das Thier sanft, läßt sich gern streicheln, ist zuthulich gegen Jeden, wird reinlich, lernt aber seinen Herrn und Pfleger nicht unterscheiden, sondern ist gegen alle Personen gleichmäßig freundlich und neugierig, auch gegen Fremde, — und beißt nach Jedem, der es am Stehlen hindern will, auch nach seinem Herrn. Das anscheinend zahme Thier ist im Hause ein hübsches vierbeiniges Spielzeug; aber es ist kein Gesellschafter, weder im Guten, noch im Bösen. Der nahe Verwandte der menschenähnlichen Affen steht also weit unter dem Eichhorn, dem Kaninchen, dem Staar oder Papagei; — vom Hunde nicht zu reden! —


Fig. 64. Schädel eines Maki.

Auch durch diesen Unterschied gegen ihre tiefer stehenden Verwandten werden die höheren Affen dem **Menschen** näher gerückt, — so groß

immerhin die Kluft zwischen Beiden noch ist. Geht doch kein Affe aufrecht, sondern auf die eingeschlagenen Knöchel der Füße und Hände gestützt. Nur im Zorn richten sich die menschenähnlichen auf und ruhen dann ausschließlich auf den Füßen. Und gerade im Zorn tritt, neben der äußeren Menschenähnlichkeit, das Thierische (im Zähnefletschen und im kurz ausgestoßenen Wuthgeschrei) grell hervor. —

Der Mensch pflegt übrigens in seiner Beurtheilung gegen die ihm zunächst stehenden Thiere ungerecht zu sein. Weil die Affen in Körperform und Bewegung uns ähnlich sind, erwarten wir auch Aehnlichkeit im Denken und Handeln; — finden wir diese nicht, so lautet das Urtheil: „die Affen sind geistig dem Menschen nur ähnlich in den Unsitten und Unarten." — Weil die Affen nicht vollständig die menschliche Gestalt haben, sondern diese in das Thierische übertragen zeigen, gelten sie als „Zerrbilder des Menschen". Wer die unsauberen Gewohnheiten und die Körperformen der Lappländer, Eskimos, Hottentoten zu beobachten Gelegenheit hatte, der weiß auch, daß beide Vorwürfe mit nicht geringerem Rechte gegen diese erhoben werden können. Die Affen dagegen sind zu entschuldigen durch den Mangel an Sprache, wie durch ihr minder entwickeltes Gehirn. Nicht mit dem günstiger entwickelten Wesen „Mensch" müßte man sie vergleichen, sondern mit dem gemeinsamen „Stammvater". Doch wer kennt diesen?

Vielleicht ließe sich aus den Formen des Schädels bei den ältesten Menschen, welche vor Jahrtausenden auf unserer Erde gelebt haben, ein Schluß auf Schädel und Hirn der Stammväter des Menschen- und Affen-Geschlechtes machen, — wenn wir Schädel aus jenen früheren Zeiten in genügender Zahl gewinnen könnten. — —

Ueber die ersten Europäer und ihre Körperbildung besteht aus gleichem Grunde Ungewißheit. Man stritt sich mit lebhaftem Meinungsaustausche über die Frage: ob die ersten Europäer sogenannte „Kurz- und Rund-Köpfe", oder ob sie „Lang-Köpfe" gewesen seien, — ferner ob sie der weißen oder der Negerrasse angehört hätten. — Da nur sehr wenige Schädel der wissenschaftlichen Beobachtung zugänglich wurden, welche zweifellos der früheren Kulturepoche angehörten, und da man unter diesen wenigen beiderlei Gestaltungen antrifft, so ist die Frage außerordentlich schwierig zu entscheiden. (m.)

Wenn auch aus den Thieren, den Nutzpflanzen und selbst den Unkräutern, welche die Erde in ihrer Rinde uns von den frühesten

Menschenrassen aufbewahrt hat, mit einer gegenwärtig fast unzweifelhaft erscheinenden Sicherheit hervorgeht, daß die damaligen Bewohner Mitteleuropa's aus Afrika eingewandert sind, — wenn ferner für diese Uebersiedelung kein zwischenliegendes Meer damals ein Hinderniß bot, da die Forschungen über den Bau der Erdrinde nachgewiesen haben, daß zu jener Zeit Europa und Afrika ein zusammenhängendes Festland bildeten, — wenn ferner auch der Gegenbeweis geführt werden kann, daß die ersten europäischen Ansiedler nicht etwa aus Asien herübergewandert sind, da die charakteristischen asiatischen Nutzpflanzen (namentlich Wein und Hanf) ihnen gänzlich fehlen, — so bleibt doch noch immer in Bezug auf jene frühesten Einwanderer nach Europa die Frage nach der (gegenwärtig in Afrika oder in Asien überwiegenden) Hautfarbe, also nach der schwarzen oder weißen, schwierig zu beantworten. Aus der eigenthümlichen Rassenform der Schädel- und Gesichtsknochen vermag man kein näheres Beweismittel zu entlehnen, weil eben noch zu wenige gut erhaltene Schädel aus jener Zeit in der Erde gefunden wurden.

Einige Gelehrte sind der Meinung, daß überall die Weißen früher da waren, als die Neger; sie stützen diese Ansicht auf den Bericht der Reisenden. Alle diejenigen nämlich, welche in den von Negern ausschließlich bewohnten Gegenden Reisen unternommen haben, machten die Beobachtung, daß daselbst Kinder geboren wurden, welche durch blasse Haut, durch Kopf- und Gesichtsform der weißen Rasse ähnlich sind. Sie erklären dieses Vorkommen dadurch, daß sie annehmen, die Neger stammten von den Weißen ab, und die Geburt der den Weißen ähnlichen Kinder sei ein Rückfall in die den frühesten Zeiten entsprechende Körperfarbe.

Andere dagegen geben die Möglichkeit eines solchen Verhaltens zwar zu, machen aber zugleich darauf aufmerksam, daß auch im Gegentheile bei den Weißen, namentlich in slavischen Ländern, zuweilen Kinder von so entschieden negerhafter Schädel- und Gesichtsbildung, und wenn auch nicht von schwarzer, so doch von dunklerer Hautfärbung geboren werden, daß man dort ebenso leicht und ebenso oft versucht werden könnte, die Neger als die Vorahnen und die Europäer als die Abkömmlinge zu betrachten. Auch können verschiedene angeborene Krankheitszustände beim Kinde schwarzer Eltern eine hellere Hautfarbe — und umgekehrt — hervorrufen, so daß von dieser ein Rückschluß auf die Vorfahren in grauer Vergangenheit nicht zulässig erscheint.

Es bleibt also nur zu wünschen, daß zunehmende Bildung und Intelligenz unter den Handarbeitern allmälig der Wissenschaft eine größere Zahl wohlerhaltener Schädel und Rumpfknochen aus den ältesten Kulturepochen zuführe. Wenn die Grabenden nicht mehr jeden Knochen, den sie finden, in roher Gleichgültigkeit und im halb thierischen Uebermuthe mit Grabscheit und Hacke zerschlagen, — sondern wenn sie eine Ueberzeugung von dem wissenschaftlichen Werthe dieser seit Jahrtausenden in der Erde liegenden Ueberreste unserer Vorfahren gewonnen haben, — dann werden sich mit dem Beobachtungsmaterial die Thatsachen häufen; dann wird es möglich sein, bestimmten Aufschluß zu geben. — Wie man sieht, hängt also im Grunde die Möglichkeit einer Beantwortung der Frage: ob unsere frühesten Vorfahren „Neger" oder „weiße Menschen" gewesen seien, von dem Grade der allgemeinen Bildung und von dem besseren Gehalte der Dorfschullehrer ab.

---

a. Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1856, VII, 2. — **b.** Rokitansky, Lehrb. der pathol. Anat. (Wien 1856; II, 433). — **c.** Virchow, Untersuchungen über die Entwickelung des Schädelgrundes. (Berlin 1857). — **d.** C. Vogt, über die Mikrocephalen oder Affenmenschen. (Archiv für Anthropologie, Band II, Heft 2. Braunschweig, 1867.) — **e.** Johannes Müller, Mittheilungen des Medicinalrath Dr. Ollenroth. (Vogt a. a. O. Seite 142.). — **f.** C. Vogt, in »Gartenlaube« 1868, Nr. 13. — **g.** C. Vogt, a. a. O. Seite 268. — **h.** Der Rückschlag des Pferdes auf die Fussbildung des »Hipparion« ist durch Beobachtungen von Gurlt, Hensel, Joly, Lavocat, Goubeaux bewiesen. — **i.** Schmidberger, Beiträge zur Obstbaumzucht (Linz, 1827–1836.). — **k.** Vogt, Seite 276. — »Der menschliche Embryo durchläuft eine Phase, während welcher die Lippen der Sylvischen Spalte sich noch nicht genähert haben, wo der Stammlappen noch nicht bedeckt, die Augenwindung noch nicht gebildet ist und keine Windungen sich auf der Oberfläche des Gehirnes vorfinden. — — Auf diesem Punkte tritt die Abweichung in der Entwickelung ein. Die abgelenkten Theile bleiben durchaus nicht stationär; sie entwickeln sich ebenfalls, aber in einer anderen Weise und in einer Richtung, die von anderen Wesen eingeschlagen wird. Die Gewölbtheile des Mikrocephalengehirnes entwickeln sich gemäss dem Affentypus; sie erreichen nur das Volum, welches auch bei diesen erreicht wird; die Centralwindungen steigen bis zum Rande der Hemisphären herab, verbinden sich mit der Augenwindung, und keilen sich zwischen die beiden Aeste der Sylvischen Spalte ein. Die Hirnwindungen bleiben einfach und erreichen höchstens

den Grad der Entwickelung und Ausbildung, welchen sie bei den grossen, menschenähnlichen Affen zeigen. Die hinteren oder Uebergangswindungen, sowie die Hinterlappen, bilden sich nach dem Typus der amerikanischen Affen und namentlich des Ateles.« — Diesem in der Entwickelung abgelenkten und zurückgebliebenen Gehirn entspricht die Form der Hirnkapsel, entsprechen die intellektuellen Fähigkeiten. »Corpore homo, intellectu simia.« — **l.** Die anthropomorphen Affen erhalten erst im Alter jene starke Knochenleiste oben auf dem Schädel; in der Jugend ist der Schädel glatt und ähnelt viel mehr dem menschlichen Schädel, wie auch das lebende Thier in seiner Kopf-Form der menschlichen ähnlicher ist. — Vorstehend wurde die von Brehm als richtig angegebene Schreibweise »Orang-Utan« (statt Orang-Utang oder Oran-Utang) beibehalten, obgleich von Anderen, z. B. von Leunis, behauptet wird, das Thier führe seinen Namen von den malayischen Worten »oran« Mensch, und »utang« Wald, — müsse also »Oran-Utang« geschrieben werden. — **m.** In der letzten Sitzung des im August 1871 abgehaltenen »Anthropologischen Kongresses« wurde darüber debattirt, ob die ersten Europäer zu den »Brachycephalen« oder »Dolichocephalen« gehört, ob sie weisse oder dunkle Hautfarbe gehabt hätten. (Wiener med. Zeitsch. 1867. Nr. 97.) — Vielleicht der älteste bis jetzt bekannte Menschenschädel wurde unlängst in Kalifornien in einem Bergwerks-Schachte (bei Altaville, nächst Angelo, Calvarus Country) gefunden: 130 Fuss unter der Erdoberfläche, die aus 4 Lava- und 4 Kies-Schichten bestand. Erhalten waren Stirnbein, Nasenbein, beide Augenhöhlen, rechter Oberkiefer, linkes Schläfen- und Wangenbein; alle Knochen auffallend dick. (Prof. Whitny. »Antropological Review« Jan. 1868.)

Das Rückenmark.

[Gestaltung und Nervenverlauf. — Hirnnerven und Rückenmarksnerven. — Abhängigkeit vom Hirn. — Selbstständigkeit während des Schlafes. — Verrichtungen.]

„Der Wille siegt."
(Börne.)

Die einzelnen Nervenfäden, viele Tausende an Zahl, bilden in ihrer Gesammtheit einen engen Verband. Aus allen Theilen unseres Körpers laufen sie nach dem Gehirn zusammen, nach ihrem gemeinsamen Mittelpunkte. Bevor sie dasselbe erreichen, vereinigen sie sich im Rückenmarke: wie bei einer halbgeflochtenen „Haarflechte" die einzelnen Haare am untern Ende der Flechte noch aufgelöst auseinander gehen, — dann im geflochtenen Stück auf engem Raume dicht an einander gepreßt liegen, — bevor sie an ihre Ursprungsstelle gelangen, an den Kopf. —

Aber in der Flechte liegen die einzelnen Haare in Stränge getheilt nur neben einander, unter sich nicht verbunden. Im Rückenmarke dagegen stehen die einzelnen Nerven durch besonders abgezweigte (sich gabelig theilende) Nervenfasern mit einander in unmittelbarer Verbindung. Es scheint, daß immer eine „Nervenzelle" (Ganglion-Kugel) dazu nöthig ist, um diese Verbindung herzustellen, — etwa wie der Mechaniker Stücke Drahtes mit ihren Enden an einander löthet, zur Leitung für einen elektrischen Strom. Die gelöthete Stelle verbindet die Drähte und würde ungefähr der Ganglionkugel entsprechen.

Zuweilen gelingt es, aus einem der größeren Nervenorgane (Gehirn, Rückenmark, Ganglion) einen der Nervenfäden mit der Ganglionzelle herauszulösen und zu vereinzeln, um ihn der mikroskopischen Betrachtung zugänglich zu machen. (Fig. 65, a b.) Man sieht dann,

wie auf der einen Seite der Nervenfaden an die Ganglionkugel herantritt, sich selbst erweitert, so daß seine Hülle die Ganglienzelle umschließt, und dann nach der andern Seite weiter geht. In seltenen Fällen vermag man eine größere Zahl solcher Gebilde auf einmal der Betrachtung zugänglich zu machen, und erkennt dann, daß das, was man in dem einen Falle beobachtet hatte, nicht Ausnahme, sondern Regel ist, daß aber auch daneben eine Anzahl Nerven in und mit den

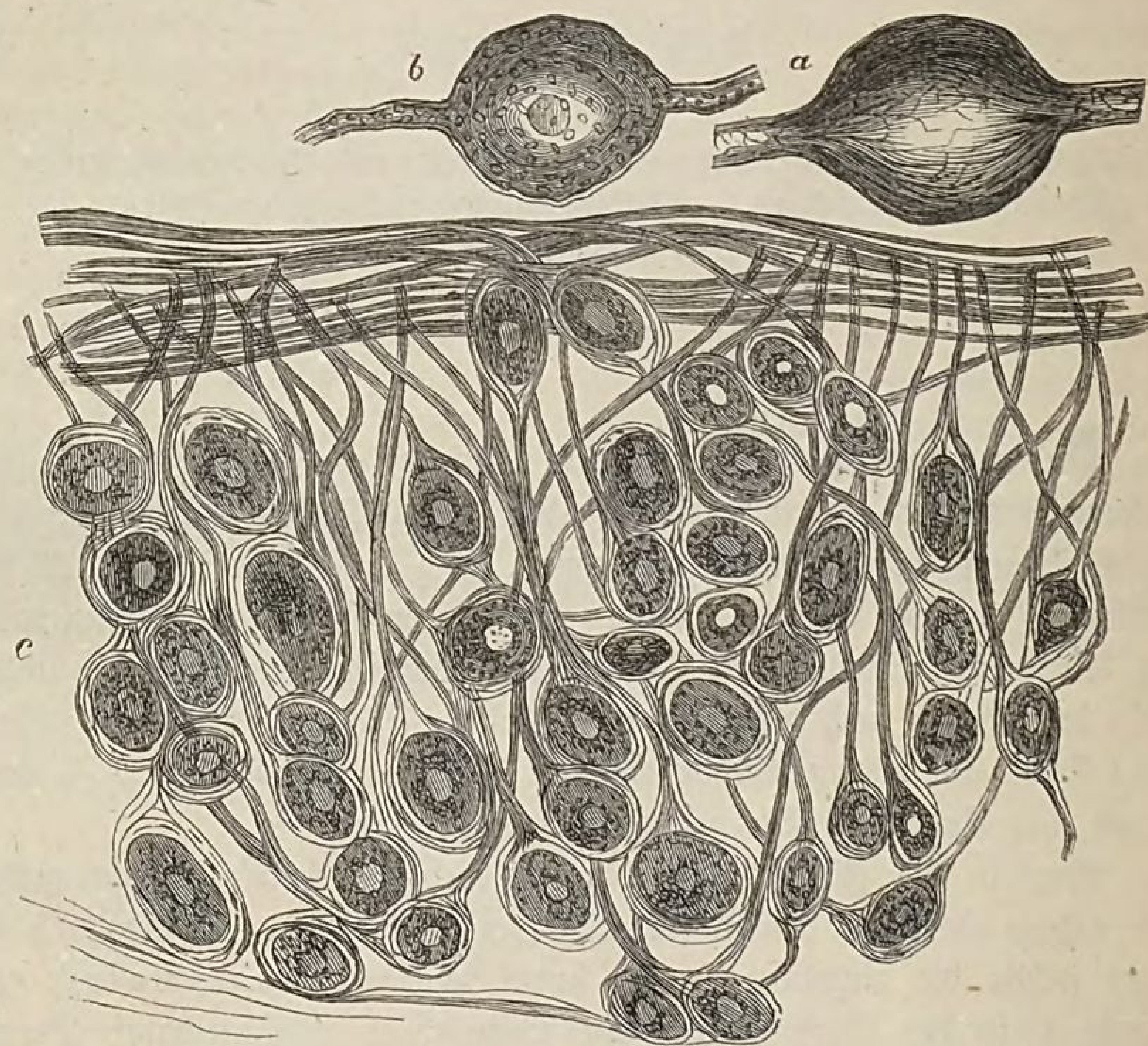


Fig. 65. Nerven mit Ganglienkugeln.
(Erklärung der Einzelnheiten folgt später.)

Ganglienkugeln endigen, wie mit einer Keule, — oder von der Ganglienkugel entspringen, wenn ihr Verlauf von dieser Stelle seinen Ausgang nimmt. (Fig. 65, c.)

Dieses doppelte Verhältniß findet sich auch beim Rückenmarke. Betrachten wir den Querschnitt des Rückenmarkes (Fig. 66), welcher zum leichtern Verständniß nicht in allen Einzelnheiten treu nach der

Natur gezeichnet worden ist, sondern in vereinfachter, übersichtlicherer Weise, gleichsam als „Schema".

Der cylindrische Strang des Rückenmarkes gleicht auf seinem Durchschnitte einer Scheibe; er besteht aus zwei Substanzen, einer weißen und einer grauen. Während beim Gehirn die graue Substanz nach außen liegt und daselbst die Erhöhungen und Vertiefungen der weißen Substanz überzieht, findet beim Rückenmark das umgekehrte Verhältniß statt: die graue Substanz liegt im Innern und wird von der Masse

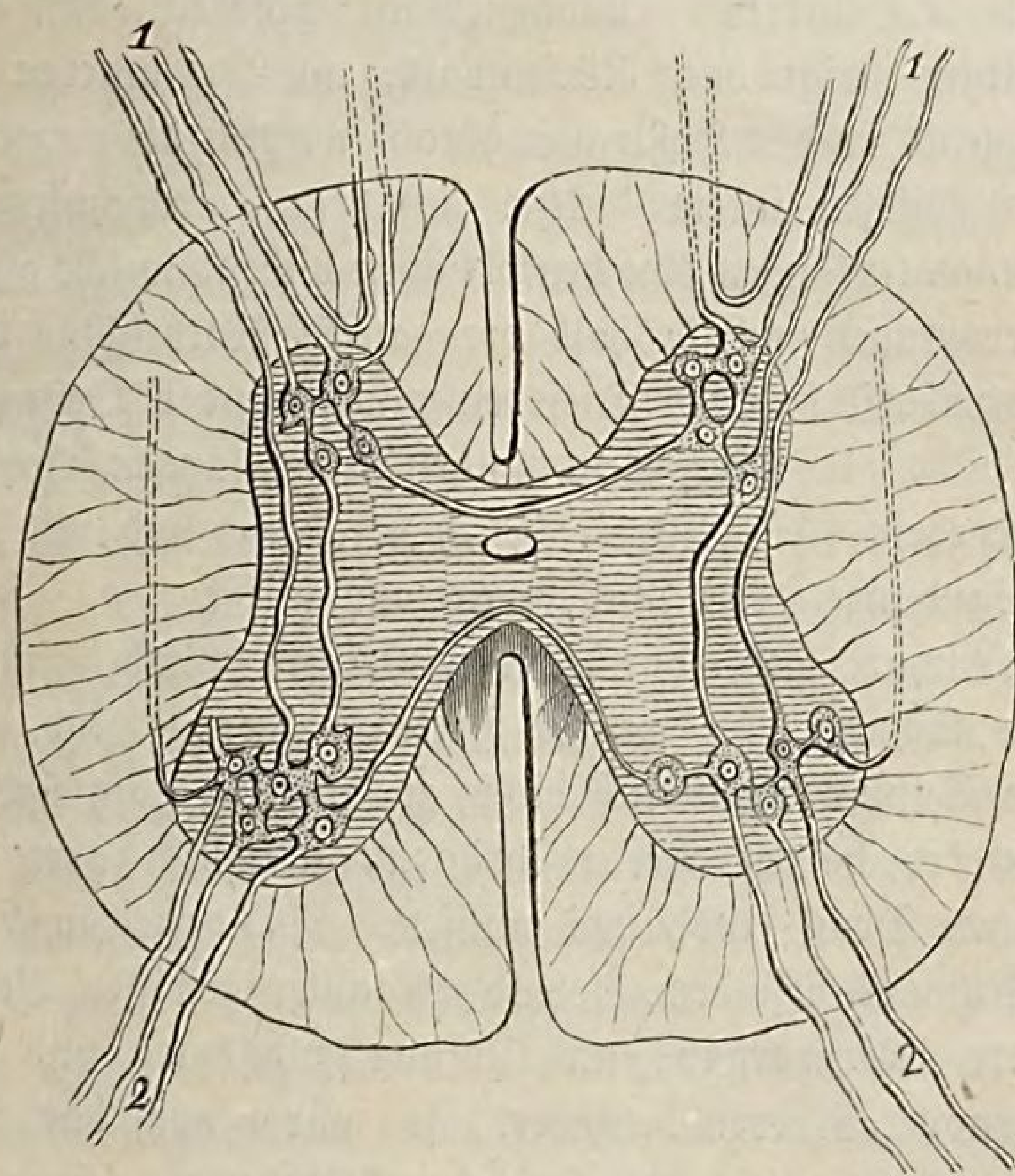


Fig. 66. Durchschnitt des Rückenmarkes mit abgehenden Nerven. (Vereinfachte Darstellung.)

der Nervenfäden eingehüllt. Sowohl vorn als hinten zeigt das Rückenmark einen Spalt, welcher es in eine rechte und linke Hälfte theilt. In der grauen Substanz dagegen gehen die Nervenfäden unmittelbar in einander über, kein Spalt scheidet die beiden Hälften von einander, wohl aber bemerkt man im Innern eine ovale Oeffnung. Diese Oeffnung ist der Querdurchschnitt eines „Kanales", welcher durch das ganze Rückenmark von oben bis unten sich fortsetzt, und dessen Verlängerung sich auch im Gehirn findet, als „Hirnhöhlen". Ueberbleibsel früherer

Bildungszustände, haben diese inneren Höhlen und Kanäle für unser Hirn und Rückenmark den Nutzen, daß diese Organe immer gleich großen Umfang behalten, mögen sie nun abmagern oder an Masse zunehmen."

Am durchschnittenen Skelett eines Menschen (Fig. 49, Seite 88) übersieht man die Lagerungsverhältnisse des Gehirnes und Rückenmarkes*); ebenso in Fig. 24, Seite 51. Oben im Kopfe nimmt den gesammten Hohlraum hinter den Gesichtsknochen das Gehirn ein; dasselbe ist von den starren, unnachgiebigen Schädelknochen umschlossen. Etwas nach hinten steigt das Rückenmark, an der unteren Seite des Hirnes entspringend, in den Hohlraum hinab, welchen die einzelnen Wirbel mit den Bogen zwischen ihrem dicken, auf dem Durchschnitte viereckigen Knochenkörper und den langen Knochenfortsätzen bilden, welche gleich Gräten nach hinten hervorragen und deshalb der ganzen Wirbelsäule den Namen „Rückengrat" verschafft haben. Diese einzelnen runden Oeffnungen übereinandergestellt bilden in ihrer Gesammtheit einen langen Hohlraum, der bis zu dem Kreuzbein (Fig. 49, — 6, 7) herabgeht und mit seinen ebenfalls starren Wandungen das Rückenmark umschließt.

Das Rückenmark geht durch die einzelnen Wirbelöffnungen hindurch, wie eine Schnur, an welcher Perlen aufgereiht sind. Vermöchte man eine solche Schnur willkürlich dicker zu machen, so würde sie gegen die Innenfläche der harten Perlen drücken, natürlich aber von ihnen auch wieder einen Druck aushalten müssen. In derselben Lage würde sich unser Rückenmark befinden, sobald es unter gewissen Verhältnissen, wie jedes andere Körperorgan, an Umfang zunähme; und da Druck die Verrichtungen der Nerven behindert, so würde auch das Rückenmark in seinen Verrichtungen nicht unwesentliche Behinderung leiden. Gleiches gilt vom Gehirn, welches ungefähr bis in das 45. Jahr bei Arbeit und guter Ernährung an Masse und Gewicht zunimmt, von da ab bis in das höhere Greisenalter je nach den äußern Umständen bald mehr, bald weniger an Gewicht und Masse sich vermindert. Diese Verminderung oder Vermehrung würde mit Beeinträchtigung im Denken, mit Körperschmerzen, mit Krämpfen verbunden sein, träten nicht die erwähn-

*) Auf der später folgenden Doppeltafel V. VI. „die inneren Organe des Menschen" in einem Durchschnitte von vorn nach hinten darstellend, kann man diese Verhältnisse ebenfalls überblicken.

ten Höhlen des Gehirnes und Rückenmarkes hülfreich in's Mittel. Sie enthalten „Wasser", d. h. wässerige Flüssigkeit, in welcher verschiedene organische Stoffe aufgelöst sind. Dieses Wasser kann je nach Bedürfniß von den Blutgefäßen aufgesogen werden, dann werden die Höhlen kleiner, die Masse des Hirnes und Rückenmarkes kann sich nach innen ausdehnen, wenn es ihnen nach außen hin auch die harten Knochenwandungen verbieten; — oder es kann vom Blute aus mehr Wasser abgesondert werden, dann erweitern sich die Höhlen, Hirn und Rückenmark durchfeuchten sich mit der Flüssigkeit und diese nimmt an allen Stellen den Raum ein, welchen die schwindenden Nervenfäden übrig lassen. So dienen also die Höhlen und die in ihnen enthaltene Flüssigkeit dazu, Gehirn und Rückenmark von gleichmäßiger Größe zu erhalten.

In das Rückenmark treten die Nervenfäden ein, sie wurzeln gleichsam in demselben. An der vorderen Seite (Fig. 66, 2) treten in das Rückenmark die zu den Muskeln gehenden „Bewegungsnerven" (motorische Nervenwurzeln), und an der hintern Seite (Fig. 66, 1) befinden sich die von der äußeren Haut unseres Körpers zu dem Rückenmark gehenden „Empfindungsnerven" (sensible Nervenwurzeln)*). — Aber diese Nervenfäden treten nicht einfach nur ein in das Rückenmark, sondern sind innerhalb desselben noch mit einander in vielfacher Verbindung. Die Bewegungsfäden (2) gehen jeder einzeln zu einer Nervenzelle; diese Nervenzellen stehen wieder unter sich durch kleine, seitwärts abgegebene Nervenfasern in Verbindung, schicken aber auch von einer Seite zur andern Verbindungsfasern herüber, und Fasern nach der hintern, der Empfindung dienenden Nervenwurzel. Auch dort (1) sehen wir die Empfindungsnerven zum größten Theile in Ganglienzellen, die wieder unter einander verbunden sind, übergehen; nur einige wenige biegen in der weißen Substanz um, und zwar gehen diese direkt in das Gehirn. In der Abbildung sind einige Nervenfasern durch punktirte Linien bezeichnet; das sind diejenigen, welche nach aufwärts in das

---

*) Diese Thatsachen wurden erst in später Zeit entdeckt. Daß die vordere Wurzel der Bewegung diene, bewies 1811 der englische Arzt Ch. Bell, — und daß die hintere Wurzel aus Empfindungsnerven bestehe, zeigte 1822 der französische Forscher Magendie, — obgleich schon vor 2000 Jahren die Alexandriner das Vorhandensein von besonderen Nerven für „Bewegung" und „Empfindung" kannten. Im Verlaufe der Jahrhunderte ging diese Erkenntniß verloren.

Gehirn steigen. Man erkennt, daß sowohl von den Bewegungsnerven, als von den Empfindungsnerven dieser Weg zum Theil eingeschlagen wird. — Am weitesten nach außen bei den hinteren oder Empfindungsnervenwurzeln sieht man aber auch einen Bewegungsnerv eintreten in die graue Substanz des Rückenmarkes und durch dieselbe hindurch zu den Ganglienkugeln der vordern Wurzel sich erstrecken.

Im Innern des Rückenmarkes liegen also die Nerven nicht neben einander (wie die Haare im Innern einer Haarflechte), sondern sie sind vielfach unter einander verbunden, sowohl von der einen Seite zur andern, als von vorn nach hinten, als von unten nach oben. Dies hat für das lebende Thier und den lebenden Menschen den großen Gewinn, daß einzelne Theile des Rückenmarkes verletzt werden können, ohne daß deßhalb seine Verrichtung im Ganzen und Großen gestört wird. Es können durch Verwundungen auf ziemlich bedeutenden Strecken des Rückenmarkes auf der einen Hälfte desselben die Nervenfäden zerstört werden, und doch wird nur die Function derjenigen Theile, zu welchen gerade die betreffenden Wurzeln sich erstrecken, Beeinträchtigung finden, während in der Hauptsache die Verbindungsfasern den Nachtheil ausgleichen und trotz der Wunde die Gefühlserregung in das Gehirn weiter leiten, ebenso wie aus diesem den Willensanstoß zu den Bewegungsnerven.

Auf eine „Kreuzung" der Nerven deutet auch die bekannte Erscheinung, daß Lähmung der einen Hirnhälfte die Lähmung der Nerven auf der entgegengesetzten Körperhälfte bewirkt. Wenn Jemand einen sogenannten „Hirn-Blutschlag" oder „Schlagfluß" (Austritt von Blut aus den Blutgefäßen in das Gewebe oder die Höhlen des Gehirnes) auf der rechten Seite erleidet, so werden die Körpernerven der linken gelähmt und in Folge dessen fehlt dieser Seite die Empfindung wie die Bewegung. Beide kehren nur langsam zurück, bei gleichzeitiger Heilung des Hirnes. —

Den Uebergang des Gehirnes in das Rückenmark zeigt uns der (bereits S. 70 und 89 abgedruckte) in der Mittellinie durchschnittene „Kopf eines kleinen Kindes". Hier sahen wir, wie das große und kleine Gehirn im Schädel liegt, durch die harte Haut der „Sichel" in seiner Lage erhalten und in zwei Hälften von vorn nach hinten getrennt, während unterhalb der Sichel die beiden Hälften zusammenhängen, so daß die von der einen zur andern sich erstreckende Hirnmasse durchschnitten

werden mußte. Es bieten diese Verbindungstheile für uns ein geringes Interesse; denn wenn wir auch hören, daß die quer von einer Hälfte des großen Gehirnes zur andern gehende weiße Nervenmasse (welche wir in Tafel V. VI. unterhalb der „Hirnsichel" und dann auch in Fig. 67 — in Form eines wagrecht liegenden, nach unten sich etwas krümmenden, hinten mit einer Anschwellung endigenden, vorn dünner werdenden und sich ganz umbeugenden länglichen Stückes liegen sehen, dessen Länge, fast ein Drittheil des Kopfdurchmessers von vorn nach hinten ausmacht,) der „Balken", oder auch die „Hirnschwiele" genannt wird, — daß man das vordere, nach unten sich umrollende Ende des „Balken" das „Balken-

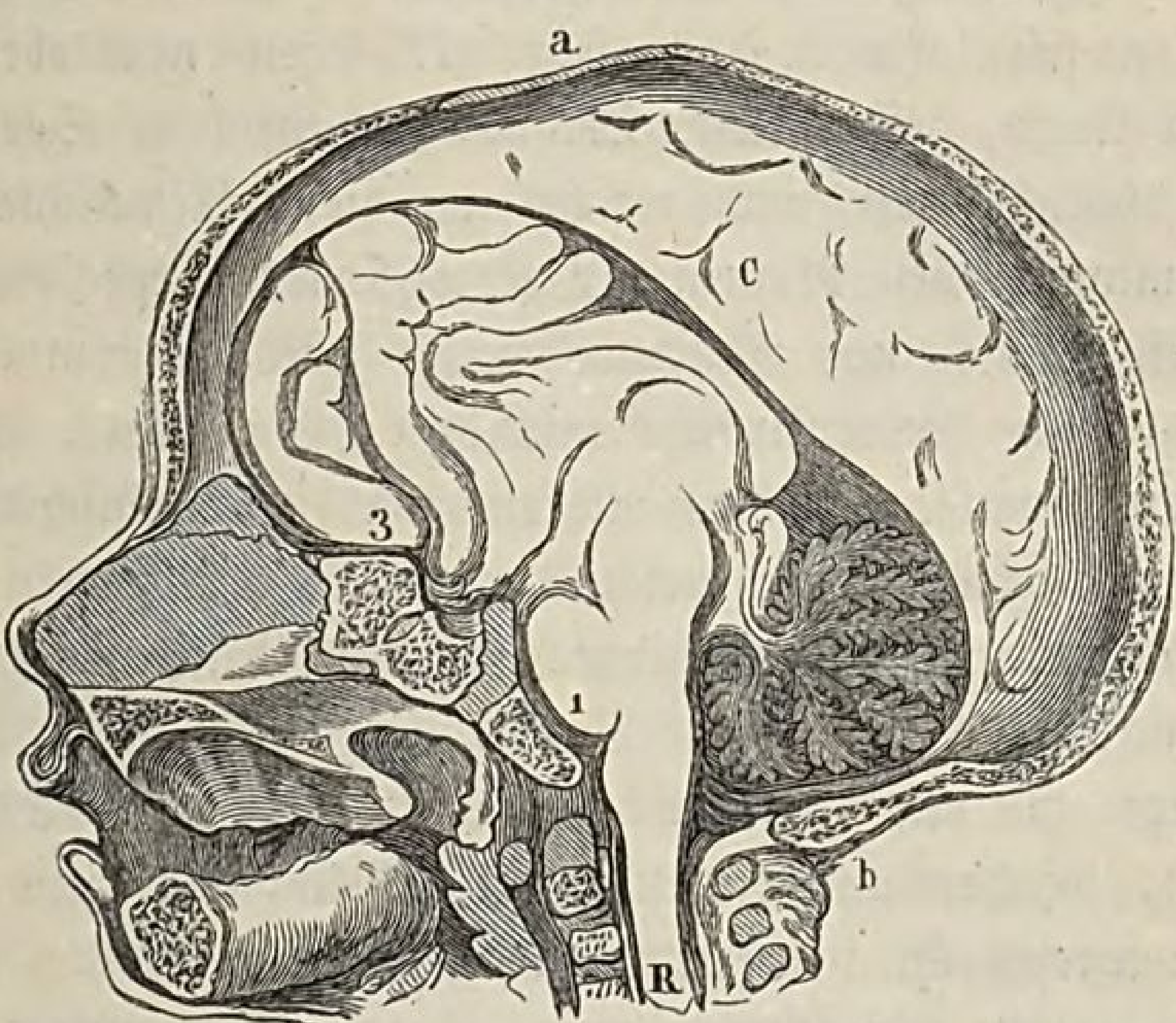


Fig. 67. Uebergang des Gehirns in das Rückenmark.

knie" und die sich nach unten endigende Spitze dieses Knies den „Balkenschnabel", — daß man die hintere Anschwellung den „Balkenwulst" nennt, daß die darunter liegenden Theile mit den Namen „Gewölbe" oder „Bogen", ferner „durchscheinende Scheidewand" und „Zirbel" bezeichnet werden, — so hat die Kenntniß dieser Worte für den Laien keinen Werth. Für wissenschaftliche Zwecke mußte man allerdings eine feststehende Benennung haben, um bei vorkommenden Verwundungen, bei Experimenten und zu anderen Zwecken kurz und bestimmt, ohne lange Beschreibung jeden einzelnen Theil des Gehirnes so bezeichnen zu können, daß ein anderer wissenschaftlich gebildeter Beobachter ihn sofort mit Hülfe

dieser Bezeichnung wieder erkennt. Aber wie die mitgetheilten Benennungen zeigen, so wurden diese Namen ebenso willkürlich und ohne irgend welche Beziehung auf die Verrichtung der Theile, nur nach der äußern Form gewählt, — wie man die Sternbilder des Himmels in der Astronomie nur nach schwachen Andeutungen irgend einer Formenähnlichkeit mit ziemlich willkürlich gewählten Namen getauft hat, oder wie man die Gebilde einer Tropfsteinhöhle nach zufälligen Aehnlichkeiten ihrer äußern Form zu benennen pflegt.

Von höherem Werthe für das Verständniß der Verrichtungen ist der Umstand, daß das Rückenmark in unmittelbarem Zusammenhange mit jenen die beiden Hälften des großen und kleinen Gehirnes verbindenden Theilen sich befindet. In Fig. 67 sehen wir oberhalb b das kleine Gehirn liegen, dessen kleine Windungen auf dem Durchschnitte dem Farrnkraute ähnlich sehen, und welche um dieser Aehnlichkeit willen von den alten Anatomen den Namen „Lebensbaum" erhalten haben; der mitttlere Theil des kleinen Gehirnes heißt der „Wurm". Das kleine Gehirn steht durch Nervenstränge mit dem „Balken", also mit dem großen Gehirn, sowie mit dem Rückenmarke in Verbindung; mit dem letztern in demjenigen Theile, welchen man das verlängerte Mark nennt.

Beim Uebergange des Gehirnes in das Rückenmark endigt jedes dieser beiden Organe mit einer Verdickung seiner Nervenmasse. Das Gehirn endigt in den „Hirnknoten", auch „Brücke" genannt (Fig. 67, 1), welcher auf der schrägen „Abdachung" des Grundbeines aufruht (wie bereits S. 91 erwähnt). Im Durchschnitte stellt sich der Hirnknoten eiförmig abgerundet dar. Unmittelbar unter dem großen und vor dem kleinen Gehirn gelegen, nimmt er zahlreiche Nervenfasern beider auf und setzt sich dann in den obersten Theil des Rückenmarkes fort (Fig. 67, R), dessen unterhalb des Hirnknotens sichtbare Anschwellung „das verlängerte Mark" heißt.

Das verlängerte Mark, die eigentliche Verbindungsstelle zwischen Rückenmark und Gehirn, der einzige Theil des Rückenmarkes, welcher noch innerhalb des Schädels liegt, hat zwar in der Hauptsache noch die Form des Rückenmarkes, — besitzt eine vordere und hintere Spalte, zeigt aber in seinem Innern andere Anordnung der weißen und grauen Nervenmasse und läßt äußerlich zwei „strickförmige Erhabenheiten" (corpora restiformia) erkennen, welche in das kleine Gehirn gehen, — ferner in der Mitte zwei Erhöhungen, die „Oliven" genannt,

und weiter vorn zwei Erhöhungen, welche die „vorderen Pyramiden" heißen; von diesen vier Erhöhungen gehen Nervenstränge zum großen Gehirn.

Das verlängerte Mark steht mit allen den vom Gehirn entspringenden Nerven (mit Ausnahme des Riech- und Sehnerven) in Verbindung und scheint ihnen denselben Einfluß und Vortheil zu gewähren, welchen die vom Rückenmarke entspringenden Nerven in diesem Organe finden. Die vorderen Stränge des Rückenmarkes kreuzen sich hinter den Pyramiden. — Von besonderem Einflusse ist das verlängerte Mark auf die Bewegungen des Körpers; reizt man dasselbe, so erfolgen sofort wilde, stürmische Muskelzuckungen durch den ganzen Körper und darauf tritt Lähmung ein; verletzt oder zerstört man das verlängerte Mark, so hört augenblicklich jede Athembewegung auf, die Brust sinkt zusammen und die Thiere sinken wie vom Blitze getroffen hin. Der sogenannte „Nickfang" der Jäger, sowie jener Stich, durch welchen beim spanischen Thiergefechte der „Matador" den wilden Stier plötzlich tödtet, bestehen darin, daß zwischen dem Schädel und dem obersten Halswirbel das Dolchmesser eingestoßen wird, so daß es das unmittelbar davor liegende verlängerte Mark zerstören muß. — Auch für verschiedene durch eigenthümlichen Rhythmus sich auszeichnende Athembewegungen, wie Gähnen, Lachen, Schluchzen und andere, bildet das verlängerte Mark den regierenden Nervenmittelpunkt. — Während die andern Theile des Gehirnes fast alle unempfindlich sind und nach Verwundungen berührt werden können, ohne daß dies dem Kranken unangenehm ist, erregt dagegen jede Berührung des verlängerten Markes die empfindlichsten Schmerzen, was wohl davon herrühren mag, daß es gleichzeitig mit den Hirnnerven wie den Rückenmarksnerven in Verbindung steht und also den eigentlichen anatomischen Mittelpunkt des ganzen Nervensystems bildet.

Die Hirnnerven verlassen das Gehirn auf der untern Seite. Nehmen wir das Gehirn eines Menschen nebst einem Stück Rückenmark, nachdem der Schädel und die Rückenmarkshöhle geöffnet worden sind, aus ihren Knochenbehältern heraus, — kehren wir das Gehirn um, so daß die untere Seite nach oben liegt, — schlagen wir das Rückenmark nach hinten zurück, so können wir die Ursprünge sämmtlicher Hirnnerven und eines Theiles der Rückenmarksnerven sehen (Fig. 68.) Wir bemerken zuerst, daß das große Gehirn aus drei Abtheilungen oder drei

Lappen besteht, entsprechend den drei Höhlen des Schädels, zu welchen die drei Stücke des Keilbeines die Schlußsteine bilden. — Der **vordere Hirnlappen** (Fig. 68, A) wird vorn in zwei Hälften getheilt durch

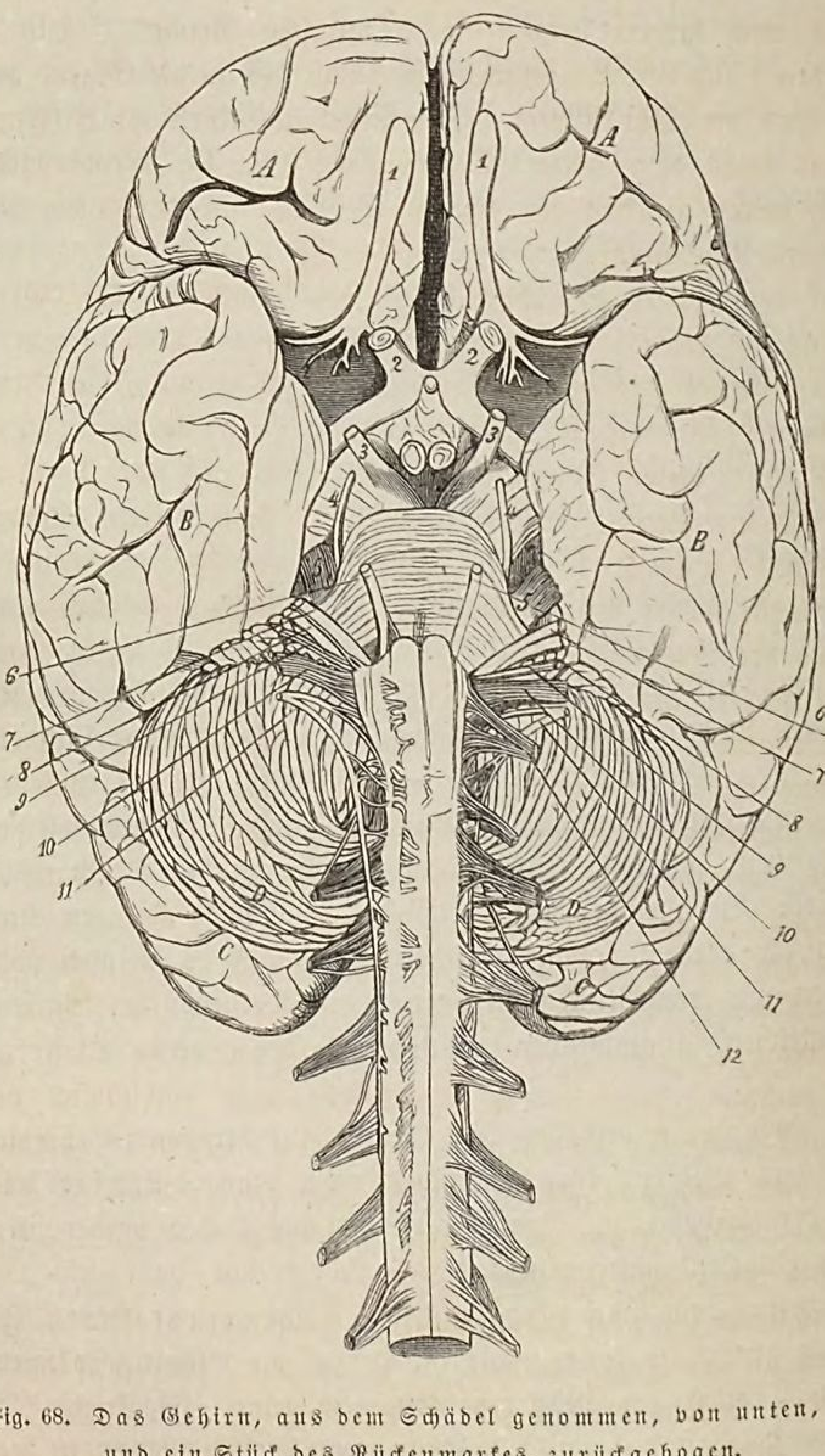


Fig. 68. Das Gehirn, aus dem Schädel genommen, von unten, — und ein Stück des Rückenmarkes, zurückgebogen.

eine Spalte, in welcher früher die „Sichel" der harten Hirnhaut sich befunden hat. Er liegt hinter der Stirn über den Augen bis in die Gegend der Schläfe (vergl. Fig. 10, S. 28). Zwischen dem vordern und dem mittlern Lappen befindet sich eine tiefe Furche, welche schräg aufwärts nach hinten steigt, die „Sylvische Grube". Die mittleren Hirnlappen (Fig. 68, B) gehen tiefer herab bis in die Gegend des Kiefergelenkes und der Ohröffnung. Die hinteren Gehirnlappen (Fig. 68, C) sieht man unter dem kleinen Gehirn (Fig. 68, D) hervorragen. Zwischen den beiden Hälften des kleinen Gehirnes ist das nach hinten zurückgebogene Rückenmark.

Auf dem vorderen Lappen sehen wir zunächst (Fig. 68, 1) den „Riechnerv" liegen. Er entspringt mit mehreren Wurzeln aus der Sylvischen Grube aus grauer Substanz, ist sehr weich und verhältnißmäßig breiter, als die übrigen Nerven, mit Ausnahme des „Sehnerv" (Fig. 68, 2); dieser kommt von zwei Seiten und bildet in der Mitte des Hirnes ein Kreuz, welches auf der vordern dritten Abtheilung des Grundbeines (dem „Joch" oder der „Sehnervenfurche") aufliegt. (Der Riechnerv durchbohrt den Knochen, welcher die Grenze zwischen der Hirnhöhle und der Nasenhöhle bildet, und breitet sich in letzterer aus. Der Sehnerv geht in die Augenhöhle zum Augapfel.) Hinter dem Kreuze der beiden Sehnerven sieht man eine graue, dünne, platte Nervensubstanz, welche wie ein „Trichter" nach außen sich verlängert und mit einer kleinen Anschwellung endigt; unmittelbar vor ihr befinden sich zwei kleine eiförmige, äußerlich aus weißer, innerlich aus grauer Substanz bestehende, neben einander liegende Erhöhungen; welche Verrichtungen diese Theile während des Lebens auszuführen haben, ist zur Zeit noch völlig unbekannt. Die am Trichter befindliche Anschwellung hat man in alten Zeiten wegen einiger Aehnlichkeit mit der Form einer Drüse „Schleimdrüse" genannt; später wurde diese Benennung buchstäblich verstanden, so daß noch heute der Nasenkatarrh von den Franzosen „Gehirnschnupfen" (Rhume de cerveau) genannt wird. Vielleicht kommt es auch daher, daß noch manche Leute fabeln, feiner Schnupftabak ginge „in das Gehirn" und errege dort „Schleimflüsse". —

Das dritte Paar der Hirnnerven, der Augenmuskelnerv (Fig. 68, 3) entspringt an den Hirnschenkeln, d. h. an jenen Nervensträngen, welche von beiden Seiten des großen Gehirnes zum „Hirnknoten" oder zur „Brücke" gehen, und tritt ebenfalls in der Augenhöhle zu den Augen-

muskeln. Der Rollmuskelnerv (Fig. 68, 4) wird auch der pathetische Nerv genannt, weil er, der längste und dünnste unter allen ungetheilten Nervenstämmen, für diejenigen Augenmuskeln bestimmt ist, durch deren Zusammenziehung die Augäpfel nach oben sich bewegen und so dem Gesichte einen pathetischen Ausdruck geben.

Das fünfte Paar, der dreiästige Nerv (Fig. 68, 5), tritt zur Seite der Brücke mit zwei Wurzeln hervor, deren eine, kleinere, nach innen gelegen, aus Bewegungsnerven-Fasern besteht, während die größere Wurzel von Gefühlsnerven gebildet wird. Diese schwillt zu einem großen, röthlichen, halbmondförmigen Nervenknoten an, von welchem aus die drei Aeste des Nerven einzeln ihren Weg verfolgen*). Der erste seiner drei Zweige verläuft durch die Augenhöhle nach der Haut der Stirn, nach einigen Augentheilen und nach der Thränendrüse; der zweite versorgt die Haut der Wangen, Nasenflügel, Oberlippe, des Gaumens, des Zahnfleisches, und erstreckt sich bis zu den Empfindungsorganen der Zähne des Oberkiefers; der dritte Ast enthält Bewegungsfasern für die Kaumuskeln und Empfindungsfasern für die Haut der Schläfe, für das Trommelfell, für die Zähne des Unterkiefers, sowie für die Tast-Organe der Zunge**).

Zwischen dem fünften Hirnnervenpaare ragt der „Hirnknoten", die „Brücke" hervor, (welche auf der schrägen „Abdachung", dem 1. Knochen des Grundbeines aufruht: Fig. 67, 1). Hinter der Brücke aus der Spalte zwischen ihr und dem verlängerten Marke entspringt das sechste Paar (Fig. 68, 6), der äußere Augenmuskelnerv, welcher in der Augenhöhle die äußeren Augenmuskeln mit Nervenfäden versieht. — Das siebente Paar, der Gesichtsnerv, und das achte Paar der Gehörnerv (Fig. 68, 7 und 8), treten beide seitlich vom hintern Rande der Brücke hervor. Der Gesichtsnerv versorgt die Haut der Schläfe, des äußeren Augenwinkels und eines Theiles des Backens, sowie des Kinnes und des obern Theiles des Halses, — der Gehörnerv tritt in das Gehörorgan und verbreitet sich daselbst, wie wir später sehen werden, in den einzelnen Theilen des Gehörorganes. — Das neunte Paar, der Schlundzungennerv***) (Fig. 68, 9), kennzeichnet bereits in seinem

*) Siehe Tafel II. „Die Nerven der Zunge", 1. 2. 3.
**) Tafel II. 5.
***) Tafel II. 7.

Namen die Theile, zu denen er sich verbreitet. Von einem seiner Aeste glaubt man, daß er der eigentliche Geschmacksnerv sei.

Der „Lungenmagennerv" oder herumschweifende Nerv*) (Fig. 68, 10) entspringt unmittelbar unter dem vorigen mit 12 bis 16 Wurzelfäden, welche sich zu einem von unten nach oben platt gedrückten Stamme verbinden. Wir werden ihn später in seinem Verlaufe noch genauer verfolgen. — Neben ihm der „Bei-Nerv"**) (Fig. 68, 11) gibt einen Ast mit Bewegungsfasern in den Lungenmagennerv für die Muskeln des Schlundes, während der andere Ast zu Muskeln des Halses und des Schulterblattes sich verbreitet. — Der „Zungenfleischnerv***) (Fig. 68, 12) geht an der Seite des Lungenmagennerven am Halse herab und endigt mit vielen Aestchen auf allen Muskeln der Zunge, nachdem er vorher noch einigen Halsmuskeln Nervenfasern gegeben hat. —

Vom Rückenmarke entspringen 31 Nervenpaare (8 am Halse, 12 am Rücken, 5 bei den Lendenwirbeln, 5 beim Kreuzbeine und 1 zwischen diesem und dem Schwanzbeine). Sie entspringen sämmtlich mit zwei Wurzeln, einer vordern und einer hintern; die letzteren sind dicker, schwellen zu einem Nervenknoten an und enthalten vorwiegend Empfindungsfasern. — —

Die gesammte Zahl der einzelnen Nervenfäden, welche vom Gehirn wie vom Rückenmarke ausgehen, ist unter einander mit Hülfe des verlängerten Markes verbunden, da dieses aus Fäden des großen und des kleinen Gehirnes wie des Rückenmarkes gemeinsam zusammengesetzt ist. — Für die vom Rückenmarke entspringenden Körpernerven bildet das sie gemeinsam verbindende Rückenmark gleichsam ihre „Bundesbehörde". Es befördert Nachrichten aus den einzelnen Theilen des gesammten Reiches an den obersten Herrscher und übernimmt von diesem die Befehle zum Vollzuge seines Willens. — Die Herrschaft aber über die gesammten Körpernerven, über das Rückenmark, über die Hirnnerven und auch über sich selbst — übt das Gehirn. —

Willensenergie vermag nicht nur heftige Bewegungen hervorzurufen und kräftige Zusammenziehungen der Muskeln anzuregen (wie

*) Tafel II. 11.
**) Tafel II. 10.
***) Tafel II. 9.

beim Laufen, Springen, Turnen, beim Kampfe jeder wilden Bestie und im Kriege beim Menschen), — sondern der feste Wille kann auch den Willensanstoß zurückhalten und die Bewegungen unterdrücken, welche sonst durch starke Gefühle erregt zu werden pflegen, so daß trotz heftigen Schmerzes kein Zucken, kein Laut die Empfindung verräth. — Mucius Scävola ließ freiwillig seine rechte Hand auf dem Kohlenbecken rösten, ohne eine Miene zu verziehen, um zu beweisen, daß kein Zwang ihm ein seinem Vaterlande nachtheiliges Geständniß erpressen könne. — Doch was bedarf es der Beispiele aus alter Römerzeit? Erzählt doch ein französischer Arzt Aehnliches von einem kleinen Kinde. Zwei Schwestern waren von einem Hunde gebissen worden, und da der Verdacht entstand, der Hund könne toll sein, so beeilte sich der zu Hülfe gerufene Chirurg, die Wunde auszuschneiden. Ruhig ließ das eine Kind dies an seinem Arme geschehen, ohne einen Klagelaut auszustoßen. Nach dem Grunde seiner Standhaftigkeit befragt, antwortete es einfach: „Es thut sehr weh; aber wenn ich schriee, würde meine Schwester es sich nicht ausschneiden lassen und könnte sterben." — Entsprechendes erlebten wir bei einem kleinen Mädchen von acht Jahren, das ohne Vorwissen der Mutter vom Zahnarzte einen Zahn, welcher an falscher Stelle gewachsen war und dessen Entfernung die Mutter lebhaft wünschte, ruhig und ohne Klage sich ausziehen ließ, um der Mutter zum Wiegenfeste eine Freude zu machen.

Die Herrschaft des Denkorganes über die anderen Körpernerven scheint ein Sieg der Kultur zu sein, herausgearbeitet durch anhaltende Anstrengung des Gehirnes — zuerst beim Einzelnen, dann durch Vererbung allgemeiner geworden.

Wie jedes andere Organ unseres Körpers, so wird auch das Gehirn durch Arbeit größer und leistungsfähiger bei gesunden, jungen genügend ernährten Personen. Diese vom Einzelnen erworbene Zunahme vererbt sich, so daß bei geistig arbeitenden Völkern mit der steigenden Cultur das Hirn an Größe und Leistungsfähigkeit zunimmt. — Als in Paris unlängst drei Kirchhöfe aus verschiedenen Jahrhunderten ausgegraben wurden, ergab sich durch Ausmessung des Rauminhaltes der Schädel eine nicht unerhebliche stetige Zunahme, welche um so höher zu werthen ist, als auf dem jüngsten Kirchhofe (von 1788—1824) der ärmste Theil der Bevölkerung beerdigt worden war, auf dem ältesten dagegen (aus der Zeit der Karolinger) die alten Adelsgeschlechter. Im Allgemeinen

gewinnen aber die Wohlhabenden größere Hirnmasse mit der ihnen zugänglichen besseren Bildung.

Gleich Alterthum und Neuzeit, unterscheiden sich nach Hirngröße Natur-Volk und Cultur-Rasse. Das Hirn eines Australiers mißt 1000 bis 1200 Cubik-Centimeter, das eines Bewohners von Mitteleuropa 1500 und mehr. Bei letzterem ist die geistige Thätigkeit überwiegend geworden über die körperliche. Der alte griechische Weltweise Plato deutete bereits auf solches Uebergewicht hin, als er sagte: „Die Götter verliehen dem Gehirne die kugelige Gestalt, die vollkommenste, weil Gehirn in uns das Göttlichste und Herrschende ist."

Kinder und „einfache Denker" pflegen Aerger, Freude, Gesprächseifer durch vielfache Bewegungen mit Armen und Händen auszudrücken; je höher die geistigen Fähigkeiten aber ausgebildet worden sind, um so weniger wird jede Gemüthserregung, jeder noch im Entstehen begriffene, unklare Willensanstoß in Körperbewegungen sich kundgeben. Mit der steigenden Cultur hören unnöthige Bewegungen auf; die Nervenkraft wird gleichsam aufgespart für edlere Zwecke.

Naturvölker gestikuliren in der Regel viel beim Sprechen, geben ihren Empfindungen starken körperlichen Ausdruck; geistig niedriger stehende mehr noch, als geistig begabtere. Der Indianer Amerika's benimmt sich nicht ohne Würde und hält Ruhe, Ernst, für das Zeichen der Hoheit. Sieht man dagegen Neger mit einander im Gespräche, so glaubt man sie in heftiger Aufregung; sie lachen, schnattern, gurgeln, schreien, fahren mit den Armen in die Luft, springen und gestikuliren alle durcheinander, bis das Gespräch zu Ende ist und Jeder wieder seines Weges trottet, — denn auch ihr Gang ist voll unnöthiger Bewegungen. Ein Neger lächelt selten, er lacht gleich aus vollem Halse. Weitere Steigerung ist aber nur durch heftige Körperbewegungen möglich. Dem berühmten Musiker Moscheles wurde 1865 in London ein Negerbursche vorgestellt, welcher sich durch auffallende Begabung in der Musik, namentlich in Beziehung auf das Gedächtniß, auszeichnete, wie dies nicht selten bei Negern gefunden wird. Der Bursche spielte verschiedene seiner Stücke vor. Als dann der würdige Altmeister des Pianofortespiels sich ebenfalls an das Instrument setzte und ein Stück von Beethoven spielte, welches der kleine Neger spielen konnte, gab dieser mit zähnefletschendem Lachen und Händeklatschen seine Freude zu erkennen; als aber der Meister gar absichtlich eine Stelle in anderer Weise harmonisirte, um zu sehen, ob der kleine Neger dies wahr-

nehmen würde, kannte des Letzteren Vergnügen keine Grenzen mehr. Lachen und Händeklatschen reichten nicht mehr zu, um seiner Stimmung Ausdruck zu geben, sondern er sprang hoch in die Höhe, und mit den Worten: «Mr. Moselet, a mistake,» schlug er Rad auf Rad im Zimmer umher. Der gesteigerte Affect bedurfte bei ihm eines gesteigerten Ausdruckes durch Körperbewegungen. So lachen Kinder und wedeln Hunde, um ihre Freude auszudrücken wenn ein Spaziergang begonnen wird; machen sie aber wirklich die ersten Schritte im Freien, dann rennen sie wild umher und jauchzen, um durch Geberde und Ton die gesteigerte Fröhlichkeit anzuzeigen.

Aehnliches sehen wir bei der bewußten Geberdensprache der Schauspieler. Mag auch bei den alten Griechen der mimische Ausdruck mit Hülfe des ganzen Körpers und mit großen Armbewegungen nöthig gewesen sein wegen der Größe des Zuschauerraumes und weil eine Maske das Antlitz verhüllte, — bei den Komödienspielen, welche in Deutschland in Scheunen, Wirthshaussälen und auf den Rathhausböden kleiner Städte von herumziehenden Truppen abgehalten werden, besteht dieser Zwang ebenso wenig, als in den Schauspielen der Japanesen, der Chinesen und der amerikanischen Negerbanden. Entgegengesetztes nimmt man wahr bei wirklich guten Schauspielern. Dem berühmten Talma rühmt man es nach, daß er den Tyrannen „Sylla" eintönig gesprochen habe, fast ohne die Arme zu rühren, „bis auf einzelne Augenblicke, in denen der Tyrann, vor Haß und Wuth sich selbst vergessend, die ganze verborgene Gewalt seiner Stimme und seiner Muskeln auf ein Wort, einen Blick, eine Bewegung verwandte." Wer den geistreichen Dawison in der Rolle des „Othello" zu bewundern Gelegenheit hatte, wird Aehnliches wahrgenommen haben; ruhig und voll Selbstbeherrschung erschien der Feldherr, außer wenn im unbewachten Augenblicke die hervorbrechende Gewalt der Leidenschaft in ihrer ganzen furchtbaren Größe zu Tage trat. — —

Diese Herrschaft, welche das Hirn ausübt, weicht nicht nur den Leidenschaften, sondern regelmäßig auch dem Schlafe.

Der Schlaf unterscheidet sich vom Zustande des Wachens vorzugsweise durch den Mangel der Hirnthätigkeit. Der Uebergang erfolgt in der Regel langsam. „Man fühlt sich müde, das Auge verliert seinen Glanz, seine Befeuchtung nimmt ab, die Gesichtszüge erschlaffen, der Kopf wird nicht mehr gehörig getragen, bestimmte Muskeln veranlassen eigenthümliche Gefühle, so namentlich der feine Wirkung

versagende Hebemuskel des oberen Augenlides; die Theilnahme für die Umgebung nimmt ab; Sinneseindrücke werden wenig beachtet, und die Vorstellungen werden zunehmend schwächer, zusammenhangloser, traumhafter. Die Wärmeerzeugung ist gemindert; die Empfindlichkeit der Haut für Wärme oder Kälte sinkt, der Druck der Umgebungen wird nicht mehr wie früher empfunden, wir glauben oft mehr auf der Unterlage zu schweben, als auf derselben zu lasten. Verhältnißmäßig am längsten wahren ihre Empfindlichkeit das Gehör und der Tastsinn."

Sobald der Schlaf uns übermannte, ist das Rückenmark nicht nur — wie in den bisher angeführten Beispielen — ein Leitungs-Organ" für die beim Wollen und beim Empfinden stattfindenden Vorgänge in den Nervenfasern, sondern dann vermag das Rückenmark auch ohne Mitwirkung des Gehirnes selbstständig Erregungen zu übertragen. Es vermag die Uebertragung der Reize zu bewirken: von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven in der sogenannten „Reflexbewegung", welche wir z. B. ausführen, wenn wir schlafend, ohne des Gefühls oder der Bewegung uns bewußt zu werden, mit der Hand eine über das Gesicht laufende Fliege verscheuchen; — es vermag ferner die Uebertragung zu bewirken von einem Empfindungsnerven auf den andern: die „Mitempfindung", wie das Niesen beim Blick in die Sonne, der Hustenreiz, sobald ein rauhes Instrument in den äußern Gehörgang eingeführt wird; — weiter vermag das Rückenmark vom Bewegungsnerven auf den Bewegungsnerven selbstständig die Erregung überzuführen bei den „Mitbewegungen" der Finger, welche bekanntlich unwillkürlich geschehen, und Denjenigen Mühe und Arbeit verursachen, die ein musikalisches Instrument zu spielen lernen.

Endlich schreiben Viele dem Rückenmarke außer den erwähnten beiden Verrichtungen (der Vermittelung der Nervenleitung und der Uebertragung von Erregungen) auch noch eine dritte Reihe der Thätigkeiten zu: als selbstständig wirksamer Mittelpunkt (Centralorgan) der Körpernerven gleichsam die Stelle des Hirnes einzunehmen. Man hat dies daraus schließen wollen, daß manche Reflexbewegungen auf gewisse Zweckmäßigkeit zu deuten scheinen. Enthauptet man z. B. einen Frosch, so bleibt das Thier bewegungslos liegen, macht jedoch auf Reize die gewöhnlichen Reflexbewegungen. Betupft man ihm aber den Oberschenkel mit Säure, so beugt sich der Fuß der betreffenden Seite und wischt die Säure ab. Schneidet man nun auch den Fuß ab und betupft den

Oberschenkel mit Säure, so beugt er den Schenkel der andern Seite und wischt mit diesem Fuße die Säure weg. Anscheinend liegt in dieser Wahl seiner Bewegungen Ueberlegung und Absicht; da **wir** diese nur aus unserem Bewußtsein kennen, hat man geglaubt, dem Rückenmarke einen niederen Grad von Bewußtsein zusprechen zu müssen. Diese Folgerung scheint jedoch nicht gerechtfertigt. Auch unsere eigenen, mit Willkür und Bewußtsein vorgenommenen Bewegungen und Handlungen werden in Folge der Einübung allmälig „instinctiv", d. h. vollständig unwillkürlich und unbewußt, von uns ausgeführt. Wir denken nicht mehr daran, wenn wir spazieren gehen, daß wir Schritte bilden; wir denken nicht mehr beim Schreiben und Lesen an die Form der einzelnen Buchstaben. Vermuthlich treten bestimmte Gruppen von Nervenzellen und Nervenfasern, deren gemeinsame Erregung anfänglich durch unsern Willen veranlaßt wurde, durch diese häufige Gemeinsamkeit allmälig in einen innigern Zusammenhang, so daß auf einen einmal gegebenen Anstoß nun die Reihe bestimmter Bewegungen ausgeführt wird. — In gleicher Weise muß man sich die scheinbar mit Absicht und Wahl ausgeführten Bewegungen der geköpften Thiere erklären. — Hunderte, ja Tausende von Malen hat der Frosch, wenn ihm ein Grashalm oder sonst Etwas rauh den Schenkel berührte, die Stelle abgewischt; die Reihenfolge dieser einzelnen Muskelbewegungen erfolgte jedesmal auf den Reiz. Wird nun auf die Empfindungsnerven eine so beträchtliche Erregung, wie die Berührung mit starker Säure ist, übertragen, so ist dies ein Anstoß, welcher ähnlich wie der Willensanstoß, aber ohne diesen, die Reihenfolge der einzelnen Bewegungen hervorruft.

Wir können daher dem Rückenmarke kein eigentlich geistiges Leben, keine „Rückenmarksseele" zusprechen, sondern nur die Verrichtungen: für gewöhnlich der Weiterleitung der Erregungen aus dem Hirne auf die Nerven und umgekehrt, — und in selteneren Fällen die Uebertragung der Reize von einem Nerven auf den andern auf rein mechanischem Wege ohne das Hirn. — Auch in dieser einfachen Vorrichtung ist das Rückenmark ein für unser Wohlergehen wichtiges Organ, wie wir bei der Betrachtung des **Athmens**, der Zusammenziehung des **Herzens**, des **Schluckens** und der **mimischen Bewegungen** unseres Gesichtes nachzuweisen Gelegenheit finden werden.

Von einer besonderen „**Rückenmarks-Pflege**", als eines Abschnittes der „persönlichen Hygieine", ist kaum jemals gesprochen oder geschrieben worden.

Nicht die Geringschätzung des zu den wichtigsten Theilen unseres Nervensystemes gehörenden Organes trägt an dieser Nichtbeachtung Schuld, sondern der Umstand, daß einerseits das Wohlbefinden oder Unbehagen des ganzen Körpers mit dem gesunden oder leidenden Zustande des Rückenmarks Hand in Hand geht, — während auf der anderen Seite die größte Nervenmasse unseres Organismus, das Gehirn, durch einen überwiegenden Einfluß sich in höherem Grade bemerkbar und geltend macht. Ein Theil der Hirnpflege kommt dem Rückenmark zu Gute, — — ebenso wie das geistig selbstständige Hirn erst bei jenen Thieren gefunden wird, welche man nach der Eigenthümlichkeit ihres Skelet's „Wirbelthiere" genannt hat, die aber als Unterschied von den „Ganglienthieren" den Namen „Markthiere" erhalten sollten.

Wohl ist der Schlaf in erster Linie ein Bedürfniß des Gehirnes; aber er ist auch für das Rückenmark ein Bedürfniß, dessen Vernachlässigung nicht ungestraft bleibt. Die hervortretendste Eigenthümlichkeit des Schlafes besteht in dem Aufhören, oder doch in bedeutender Minderung der „geistigen Verrichtungen" oder der sogenannten „Seelenthätigkeiten", mithin der Hirnthätigkeit. Gleichzeitig findet aber auch ein erhebliches Nachlassen in der Energie des Stoffwechsels im gesammten Körper statt, sowohl der Ausgaben als (mit Ausnahme des Sauerstoffes) der Einnahmen, und der inneren Stoffwechselvorgänge. Nicht minder aber ist während des Schlafens die Verrichtung des Rückenmarks eine viel geringere, denn es hat nur wenige oder keine Empfindungsreize der äußeren Umgebung dem Hirn zu übermitteln und nur wenige oder keine Willensäußerungen zur Ausführung zu bringen. Die wenigen Erregungen, welche ihm zugehen, veranlassen meistens das Spiel der Träume oder werden durch dieses hervorgerufen. Nur einzelne Theile des Rückenmarks verbleiben in stetiger Verrichtung; namentlich diejenigen, welche in unmittelbarer Beziehung zu den Vorgängen des Athmens und des Blutumlaufs stehen. Trotzdem ist durch Erfahrung festgestellt: das Rückenmark wird geschädigt durch Schlaf-Mangel.

Allzu pflichteifrige Gelehrte oder Beamte, welche die Nacht hindurch arbeiten und am Tage sich keine Ruhezeit zu gönnen vermögen, — Kaufleute, welche den Tag über im Geschäft ruhelos thätig waren, welche bis zum späten Abend arbeiteten und in der Nacht das ersehnte geistige oder materielle Vergnügen aufsuchten, — Forschungsreisende, Schiffer u. A., die durch die Verhältnisse gezwungen wurden, Tag und Nacht in ununterbrochener Thätigkeit zu bleiben, — Fabrikarbeiter und Kellner, welche nach ermüdendem Tagewerk erst den Tanzboden oder das Wirthshaus aufsuchten, — sie Alle setzen sich der Gefahr aus, entweder durch Krankheit des Hirnes oder durch Erkrankung des Rückenmarkes (welche schließlich durch Lähmung der Gliedmaaßen sich kundgiebt) die ungenügende Rücksicht auf die Bedürfnisse ihrer Nerven-Centren zu büßen. — Am größten ist diese Gefahr in jugendlichem Alter, also bis in die Mitte der zwanziger Jahre, wo Aufbau und Entwickelung des Körpers noch vor sich geht oder eben erst vollendet ist. Sie wird erhöht durch große Wärme der Umgebung: für Europäer durch südliches Klima, ferner durch heiße Zimmer und andere Räume, geheizte Schlafzimmer, dicke Federbetten, — nicht minder durch Mangel kalter Bäder und anderer richtiger Hautpflege.

Das größte Bedürfniß der Rückenmarkspflege hat der „Säugling". Bei ihm ist das Hirn noch unentwickelt. — Das neugeborene Kind denkt noch nicht, — sieht, hört, riecht noch nicht mit Bewußtsein, — hat nur in gewissem Grade das Gefühl des Angenehmen oder Unangenehmen. Wie wenig sein Gehirn bei der Geburt entwickelt ist, lehrt nicht nur die mikroskopische Untersuchung desselben, — lehrt nicht nur die Wage durch den Nachweis der fast dreifachen Gewichtszunahme während des ersten Jahres, — lehrt endlich die Beobachtung am Krankenbette. Große chirurgische Eingriffe, bedeutende Erkrankungen, erhebliche Verletzungen durch Stoß, Wurf oder Fall, erträgt das Neugeborene und erträgt in den ersten 2—4 Monaten der Säugling ohne irgend welche Gefahr, ohne ein Unbehagen kundzugeben, oft ohne daß der Nachweis einer Verletzung geführt werden kann. Zahlreiche Beobachtungen sind bekannt, daß ein Säugling durch Herabfallen vom Tische oder auf andere Weise eine Verwundung des Gehirnes erlitten hatte, von deren Vorhandensein erst bei dem durch zufällige andere Ursachen (Hautkrankheiten, Erkältung) herbeigeführten Tode die Sektion Kunde brachte; man fand die Verletzung in der Heilung begriffen und weder Mutter, noch Wärterin, noch Arzt hatten während des Lebens den Verdacht haben können, daß eine Verletzung bestehe.

Die Ursache dieses auffälligen Vorkommens liegt darin: das Gehirn hat beim Säugling keine Verrichtung auszuführen. Es wächst nur. Es ist noch kein thätiges Organ, sondern es erwacht erst allmälig zur Thätigkeit durch und nach Maaßgabe seiner Entwickelung. Von den großen Nervenorganen ist bei der Geburt nur das Rückenmark ausgebildet, nicht das Gehirn. Daher functionirt das erstere, das letztere nicht.

Der Säugling ist ein Rückenmarks-Thier. Folglich bedarf er in höherem Grade der Pflege des Rückenmarkes. — Das Säuglingsalter ist die Zeit der schnellsten und regsten Entwicklung des ganzen Körpers; unrichtige Pflege des Rückenmarkes ist also gerade bei ihm am nachtheiligsten. Es dürfen jedoch die Grundsätze der Pflege, welche dem Erwachsenen gelten, nicht ohne Weiteres auf den Säugling übertragen werden, welcher eben ein anders gearteter Organismus ist und andere Bedürfnisse, andere Zustände nach mehr als einer Seite hin zeigt. (So braucht er mehr Wärme, mehr Umhüllung u. s. w.; in das Einzelne kann am vorliegenden Orte nicht eingegangen werden; man findet es ausführlich im „Buch der vernünftigen Lebensweise".) Das Rückenmark ist des Säuglings edelstes Organ. Verletzungen des Gehirnes sind ihm leicht zu ertragen; Verletzungen des Rückenmarkes werden ihm fast immer tödtlich.

Da das Wachsthum, der Aufbau der Organe, des Säuglings Hauptthätigkeit und Lebensaufgabe ist, so bedarf er: der richtigen und reichlichen Ernährung und der Ruhe. Die Thätigkeit des Rückenmarkes besteht zunächst in der Aufnahme von Gefühlsreizen; — man muß also den Säugling sowenig als möglich Gefühlsreize treffen lassen, sondern ihn in größter Gleichmäßigkeit der Umgebung erhalten. Nur dann wird sich sein Rückenmark gedeihlich entwickeln und kräftigen können! — Das Gleiche gilt vom Gehirne. Nichts ist gefährlicher, als wenn durch künstliche Hülfsmittel, durch Anrufen, Singen, laute Zusprache,

Herumtragen, Schaukeln oder Wiegen, der Säugling gewaltsam zum Aufmerken und zu vorfrüher Verrichtung des Gehirnes gebracht wird. Man hemmt dadurch die Entwickelung dieses Organes.

Wenn die Affen trotz ihres im Wesentlichen gut angelegten Gehirnes sich nicht über die anderen Thiere erheben, — wenn sie menschenähnlich nur in Bezug auf die äußere Körperform und die Bewegungen, aber keineswegs hinsichtlich der Denk- und Handlungsweise sind, so beruht das nach meinem Dafürhalten zum nicht geringen Theil in der fehlerhaften Pflege, die ihnen während der ersten Lebensmonate zu Theil wird. Andere Thiere verbleiben auf ihrem Lager, in ihrem Neste. Selbst der so außerordentlich nervenerregbare Hund bleibt mit seinem Jungen ruhig auf dem Lager. Die ebenfalls sinnlich leicht erregte Aeffin dagegen beschäftigt sich (wenigstens in der Gefangenschaft) mit ihrem Sprößling von dessen erstem Lebenstage an unruhig, stört ihn immer wieder und immer wieder im Schlafe, trägt ihn bald hier-, bald dorthin, ruft das unruhige Augenblicksleben, welches sie selber führt, auch in ihm wiederum hervor. Diese Unruhe, dieser Schlafmangel hindern die Entwickelung der Gehirnmasse, welche beim Menschen während des ersten Lebensjahres so überraschend groß ist, und führen einen Zustand herbei, der dann durch Vererbung das wenig leistende Affengehirn von Generation auf Generation überträgt. Der Affenmutter fehlt die Selbstüberwindung, welche nöthig ist, damit sie sich der Liebkosungen enthalte und dem sich entwickelnden Nachkommen die nöthige Ruhe gewähre. Deßhalb nennt man mit Recht jene selbstsüchtige, gedankenlose Liebe der Menscheneltern zu ihren Kindern: eine „Affenliebe".

Die Menschenähnlichkeit in der Form, die Greif-Hand und der Greif-Fuß, mittelst welcher die Affenmutter ihr Kind mit Leichtigkeit erfassen und bei eigener Körperbewegung umhertragen kann, gereichen offenbar dem Thiere zum Verderben, was dessen geistige Entwickelung anbelangt. Auch der Umstand, daß junge menschenähnliche Affen in der Gefangenschaft schnell sterben und durch geringe Krankheitsursache (Ausbrechen eines Zahnes, Entzündung eines kleinen Darmstückes) zu Grunde gehen, dürfte auf die viel größere Unruhe und geistige wie körperliche Erregung zurückzuführen sein, denen diese Thiere in der Gefangenschaft ausgesetzt sind, gegenüber ihrem Wald-Aufenthalte. — Ganz ebenso sieht man vorfrüh zur geistigen Entwickelung gepeinigte Kinder geringen Schädlichkeiten erliegen und mit geringer Widerstandsfähigkeit durch den Tod die Affenliebe ihrer Eltern büßen.

In der richtigen Rückenmarkspflege liegt der Leitgrundsatz für die richtige Pflege des Säuglings. Alle Einzelbeobachtungen stimmen damit überein. Aber die bisherigen einzelnen Vorschriften der Säuglingspflege gewinnen durch diese Anwendung der physiologischen Erkenntniß erst Zusammenhang und Begründung. Bis jetzt hat man auf diesen Leitgrundsatz nicht aufmerksam gemacht.

Das Nervenleben.

[Bewegungs- und Empfindungs-Nerven. — Nerven-Reize — und Wirkungen derselben je nach der Eigenartigkeit der Nerven, — sowie nach Größe des Reizes. — Mikroskopische Gestalt der Nervenfaser; Nervenscheide. Nervenmark. Bedeutung des Fettes im Hirn und Nerv. Achsencylinder. — Verrichtung der Nerven. Telegraphendraht und Nervenleitung. Der Nerv als selbstthätig wirkender Leitungsdraht. — Zeitaufwand der Nervenleitung beim Fühlen, Wollen, Denken. Folgerungen. — Nervenerscheinungen. — Wechselwirkungen. — Endigungen. — Sympathicus. — Vagus. — Rückblick.]

„Ein großes Hinderniß, welches wir bei physiologischen Untersuchungen zu besiegen haben, und worin die Quelle vieler Irrthümer besteht, liegt darin, daß wir in den meisten Fällen nicht ein einfaches Causalverhältniß finden, sondern jedes Phänomen erscheint als ein Glied einer großen Reihe von Erscheinungen, welche sich wechselseitig bedingen.“ (a.)

(Kürschner.)

„Die Pflanze lebt; — das Thier lebt und empfindet,“ — so lautet der bereits vor Jahrhunderten festgestellte Erfahrungssatz, durch welchen man die Unterschiede dieser beiden Organismen in wenige Worte zusammenfassen wollte.

Es bedarf längerer Beobachtung eines der Empfindung noch fähigen (also „lebenden“) Thieres, — es bedarf der Beobachtung des Thieres unter besonders günstigen Verhältnissen, — damit im einzelnen Falle die Zweifel über thierische oder pflanzliche Herkunft aufgeklärt werden können. Das Thier muß von der angenehmen oder unangenehmen Empfindung, welche es fühlt, ein Zeichen geben; es muß seine inneren Vorgänge dem Beobachter verrathen durch äußerlich wahrnehmbare Veränderungen: indem es nach den Quellen angenehmer Empfindungen hinstrebt,

vor denen unangenehmer Empfindungen flieht. Es muß also durch Bewegungen seine Empfindungen verrathen; und zwar durch solche Bewegungen, welche auf nicht mißzudeutende Weise bestimmten Zwecken, mit Ueberlegung ausgewählten Absichten, dienen.

Auch die Pflanze bewegt sich: langsam mit ihren Wurzeln, schneller in Blättern und Blüthen. Allein diese Bewegungen geschehen ohne Wahl; die Wurzeln wachsen dem Nahrungsstoffe entgegen, und wo sie dessen am meisten finden, da wachsen sie auch am meisten, bewegen sich also am schnellsten; — die Blätter und Blüthen heben und senken ihre Blätter zur Morgen- oder Abend-Stunde, je nachdem viel oder wenig Licht ihre Oberfläche bestrahlt, und bei manchen Pflanzen werden diese Blattbewegungen schneller ausgeführt, wenn ein fremder Gegenstand sie an bestimmter Stelle berührt.

Die Bewegungen der Pflanzen wiederholen sich immer in der nämlichen Art und Weise; die Blätter heben sich und senken sich jedesmal in derselben Richtung, so daß man im Voraus die Stelle bezeichnen kann, welche die Spitze eines Blattes berühren werde. Wie anders die Bewegungen am thierischen Körper. Wer wollte bei den Ohren eines Hundes, eines Pferdes im Voraus den Ort bestimmen, an welchem sich die Spitze des Ohres in diesem oder jenem Augenblicke befinden werde? Das Thier ändert seine Bewegungen mit Absicht, den vorliegenden Verhältnissen oder Zwecken entsprechend.

Es findet sich aber im thierischen Organismus diese Selbstständigkeit vor äußern Einflüssen deshalb, weil die Bewegungen vermittelt werden durch besondere Bewegungsorgane, die „Muskeln", und durch die Organe zur Vermittelung des Empfindens, des Wollens und der Ausführung der bewußten Absicht, die „Nerven". Die eigentlichen, äußerlich wahrnehmbaren Unterscheidungsmerkmale zwischen Pflanze und Thier liegen also nicht in den Bewegungen, — sondern in den Hülfsmitteln, welche die Thiere besitzen, um ihre Bewegungen dem Bedürfnisse gemäß abzuändern. Natürlich muß dieses Bedürfniß zuerst vom Thiere empfunden werden, und insofern ist die Empfindung der Grundunterschied zwischen Pflanze und Thier.

Vielfache Vorgänge müssen stattfinden, damit das Thier die ihm eigenthümlichen Lebensverrichtungen durch eine zweckmäßige Bewegung kennzeichne. Zuerst muß irgend eine Einwirkung von außen den bisherigen Zustand in seinen Empfindungsnerven verändern, — dann leiten

diese den empfangenen Reiz zum gemeinsamen Mittelpunkte des Nervensystems (also beim Menschen zu den Centralorganen: Rückenmark und Gehirn), — hierauf gelangt der Reiz zum Bewußtsein und wird als ein angenehmer oder unangenehmer gefühlt, — und nun erst kann aus dieser Vorstellung und aus dem Vergleiche derselben mit anderen, früher erhaltenen Eindrücken und Vorstellungen die Absicht entstehen, ähnliche Empfindungsreize entweder aufzusuchen oder zu fliehen, — welche Absicht als Willensäußerung den Bewegungsnerven übertragen wird und so den Anstoß zu Muskelzusammenziehungen gibt. Jede zweckmäßige Abänderung der Bewegungen bedarf neuer Willensanstöße, beruht auf wiederholtem Vergleiche gegenwärtiger und früherer Empfindungen und Vorstellungen. Die Lebensthätigkeit der Nerven ist, wie man sieht, untrennbar von der geistigen Thätigkeit, wenn auch diese letztere nur beim Menschen mit klarem Selbstbewußtsein, beim Thiere in der bei weitem größten Mehrzahl der Fälle instinctiv, d. h. ohne Bewußtsein der eigenen Person und ihres Verhältnisses zur Umgebung, vor sich geht.

Erst seit dem Jahre 1811 kennt man durch die (S. 27 erwähnten) Untersuchungen von Charles Bell die verschiedene Verrichtung der Nerven und unterscheidet Bewegungs- und Empfindungs-Nerven. Für uns selbst und unsere Empfindungen und Wahrnehmungen hat jede Classe von Nerven ihre eigenartigen („specifischen") Thätigkeiten, wie auch die äußere Einwirkung auf dieselben sei. Die verschiedensten Nervenreize bewirken bei den Bewegungsnerven Bewegungen, bei den Empfindungsnerven Empfindungen und nichts Anderes. (Die Nerven selber „fühlen" nicht und „bewegen" sich nicht, sondern „vermitteln" nur Gefühl und Bewegung.)

Die auf Nerven wirkenden „Reize" bestehen entweder in einfachen Berührungen der Nerven durch einen fremden Körper, welcher rein mechanisch auf die Nerven einwirkend durch Druck oder Zug ihre Form verändert; — oder chemisch von ihnen wesentlich abweichende Stoffe verändern vorübergehend ihre Mischung: durch Zufügen von Säuren oder Alkalien, oder durch Entziehung einzelner der im Nerven befindlichen Stoffe; — oder Temperaturunterschiede machen sich als „Kälte" durch Entziehung von Wärme, oder als „Wärme" durch Zuführung von Wärme bemerklich, — oder Elektricität, Licht, Schallwellen, — oder endlich die uns zur Zeit in ihrer Eigenthümlichkeit noch vollkommen unbekannten „Willensreize" wirken auf die Nerven ein.

Wir vermögen aber mit einem bestimmten Nerven auch nur eine bestimmte Art Nervenreize zu fühlen. Niemand kann den von ihnen hervorgebrachten Willensreiz auf andere Nerven, als die Bewegungsnerven, übertragen: d. h. Jedermann kann seine gesunden Muskeln bewegen, sobald er will, aber er vermag nicht durch seinen Willen bestimmte Empfindungen hervorzurufen. Er vermag nicht die blaue Farbe zu sehen, wenn sie nicht vorhanden ist, — vermag nicht willkürlich Töne zu hören, wenn rings um ihn Stille herrscht, — vermag nicht willkürlich die Empfindung des sauern, süßen oder salzigen Geschmackes auf seiner Zunge entstehen zu lassen. Dafür äußert sich aber jeder Nervenreiz in dem Nerven, welchen er trifft, auf die für diesen Nerven eigenartige Weise.

Nicht nur der Willensreiz kann mit Hülfe unserer Bewegungsnerven die Muskeln zum Zusammenziehen bringen, sondern wenn man an einem eben erst getödteten Thiere einen Bewegungsnerven schnell bloßgelegt und dann mit einer Nadel zerrt, so bewirkt diese Zerrung das Nämliche, was vor wenig Augenblicken, als das Thier noch lebte, der Willensanstoß bewirken konnte: diejenigen Muskeln ziehen sich zusammen, zu welchen dieser Nerv geht. Dasselbe bewirkt im Muskelnerven der elektrische Funke, die Berührung mit glühendem Metall oder mit Eis, das Betupfen mit starken Säuren oder Alkalien. Alle diese unter sich so verschiedenen „Reize“ erregen die Bewegungsnerven in übereinstimmender Art: es erfolgt Zuckung der Muskeln. — Der Sehnerv empfindet Licht; aber er empfindet nichts Anderes. Wer wüßte nicht, daß in der Dunkelheit jeder Stoß, ja sogar ein leichter Druck auf das Auge, eine Lichtempfindung hervorruft, welche wie Funken oder wie leuchtende Ringe uns erscheint? — Wer hätte nicht bei Krankheitszuständen des Ohres und des in ihm sich verbreitenden Nerven, sausende, zischende Geräusche oder Klingen, ja selbst Glockenläuten gehört? — Aber vergeblich scheint „Licht“ auf die Tastnerven. Wir empfinden es nicht. Wir können ebenso wenig mit den Fingern sehen, als wir vermögen mit den Augen zu schmecken oder mit der Zunge zu hören. Jeder Nerv empfindet nur das seiner „Eigenartigkeit“ Entsprechende.

Es kann diese verschiedene Empfindlichkeit der Nerven für verschiedene Reize nicht im eigenthümlichen Baue der Nervenfaser liegen; denn weder in ihrer Form, noch in ihrer Mischung, oder in ihren Beziehungen zur Elektricität hat man Unterschiede zwischen den Bewegungs-

und Empfindungs-Nerven bis jetzt aufzufinden vermocht; der eigentliche Grund der unter sich verschiedenen Empfindungswahrnehmungen scheint in den Aufnahmeorganen bedingt zu sein: ebenso in denjenigen, welche den Reiz der Außenwelt auf den Nerven übertragen und welche die verschiedenen Einwirkungen so umgestalten, daß sie der Reizempfänglichkeit des Nerven angepaßt wurden (wie die Sinnesorgane, die Tastpapillen), — als in denjenigen, in denen der Nerv wurzelt, d. h. die Stellen des Gehirnes, welche den Reiz, den der Nerv übertragen erhielt, empfangen und als Empfindung zu unserem Bewußtsein gelangen lassen.

Die Größe der Empfindung hängt ab von der Größe des Reizes und in noch höherem Grade von der Anzahl der empfindenden Nervenenden, auf welche der Reiz einwirkte. Wenn wir z. B. einen Faden Seide in seine einzelnen Coconfäden am einen Ende entwirren, so daß er die Gestalt eines kleinen Pinsels erhält, — oder wenn wir geradezu einen kleinen Pinsel, der aus sehr feinen Haaren gemacht ist, nehmen, — so vermögen wir unsere Fingerspitzen vorsichtig mit einzelnen Seidenfäden oder einzelnen Haaren zu berühren, oder von andern Personen berühren zu lassen, ohne daß wir selbst bei der gespanntesten Aufmerksamkeit eine „Tastempfindung" dadurch gewännen. Wird aber der Pinsel der Haut ein wenig genähert, so daß mehrere Haare gleichzeitig die Haut berühren und daher mehrere Nervenenden zugleich getroffen werden, — oder streicht man über die Haut mit einem einzelnen, etwas stärkeren Haare, und fährt also nach und nach über mehrere Nervenenden hin, — so erhalten wir eine Tastempfindung; doch ist dieselbe schwach und wird von uns in der Regel nur als Kitzel gefühlt. Nehmen wir statt des Pinsels eine Nadel, so fühlen wir bei schwacher Berührung Kitzel, — bei stärkerer wird in uns die Vorstellung des spitzen, harten Gegenstandes erweckt, welcher unsere Haut berührt, — und ist der Druck so heftig, daß die äußere Hornhaut durchbohrt wird und die Metallspitze bis in die Nähe oder bis zu den Tastpapillen gelangt, so empfinden wir heftigen Schmerz. Die Stärke der Empfindung hängt also ab von der Stärke des Reizes. Sie hängt aber auch ab von der Anzahl der empfindenden Fasern, auf welche der Reiz übertragen wird.

Wenn wir z. B. mit einer Nadel leise die Fingerspitze berühren, ohne daß die Form derselben an der Stelle, wo die Nadel die Haut trifft,

im geringsten verändert wird, so empfinden wir nur einen leisen Druck an dieser Stelle. Wenn wir aber die Nadel noch etwas gegen den Finger hin bewegen, so wird an der betreffenden Stelle die elastische Haut des Fingers ein klein wenig gegen das Innere des Fingers hineingeschoben, es entsteht an dem gewölbten Finger eine kleine Vertiefung, deren Mittelpunkt die drückende Nadel bildet; dann empfinden wir den Druck deutlicher. Der Grund der stärkern Empfindung im letztern Falle liegt außer im stärkeren Drucke der Nadel auch darin, daß die Gestalt der Haut verändert wird, und daß daher der Druck nicht nur von einer einzelnen Papille, sondern auch von den zunächst benachbarten gefühlt wird. Um so deutlicher gelangt er zu unserm Bewußtsein. — Dieser kleine Versuch giebt an zwei verschiedenen Fingerspitzen verschiedene Resultate. Berührt man in der angegebenen Weise den Zeigefinger an der Stelle, wo beim Schließen der Hand der Daumen die Spitze des Zeigefingers zu berühren pflegt, und wo wegen dieser häufig wiederholten Berührung die Haut ein wenig dicker ist, so wird man die erwähnten Empfindungen haben. Berührt man aber in ganz gleicher Weise und ganz gleicher Stärke die Spitze des vierten Fingers, welche in der Regel mit weicherer, zarterer Haut überzogen ist, so verwandelt sich viel früher das Gefühl des Druckes in das des Schmerzes, weil die dünnere Hornschicht der Haut mindern Widerstand entgegensetzt.

Aehnliches beobachten wir auch bei andern Nerven. Wenn die Sonne einen Gegenstand hell bescheint, vermögen wir ihn mit weit offenem Auge nicht anzublicken; wenn wir aber das Auge ein wenig schließen, wenn wir „blinzeln", so lassen wir eine geringere Zahl der Lichtstrahlen in unser Auge eindringen, es werden weniger empfindende Nervenenden von den Lichtstrahlen getroffen, und die zuvor übergroße Lichtempfindung ist gemäßigt. Das Gleiche findet statt, wenn wegen heftigen Geräusches der äußere Gehörgang des Ohres mit Watte verstopft wird. Aus dem nämlichen Grunde erscheint uns das Wasser eines Bades, welches wir mit der Hand befühlen, mäßig warm oder mäßig kalt; aber der Eindruck der Wärme oder Kälte wird ein empfindlich stärker, sobald wir die gesammte Oberfläche des Körpers mit dem Wasser in Berührung bringen und nun eine sehr große Anzahl von Nerven den Temperaturunterschied gleichzeitig fühlt. — —

Betrachten wir mit Hülfe eines guten Mikroskopes Form und Aussehn einzelner Nervenfäden am lebenden Thiere, also in

dem Zustande, in welchem sie für ihre Lebensverrichtungen tauglich sind (was an der Zunge eines lebenden Frosches noch am leichtesten sich ausführen läßt), so erscheinen sie unserm Auge vollkommen durchsichtig, in ihrer Masse gleichartig, ohne die geringsten Unterschiede im Innern. Sie gleichen dann sehr dünnen Glasfäden oder gebleichten Seidenfäden, vor denen sie sich nur durch ihre Feinheit auszeichnen. Es ist daher äußerst schwierig, die einzelnen Nervenfäden wahrzunehmen. Unmittelbar nach dem Tode des Thieres sind sie noch unverändert, wie im Leben. Nach einiger Zeit aber beginnt die Zerstörung ihr Werk, und zwar, wie es scheint, am frühesten bei den Nerven.

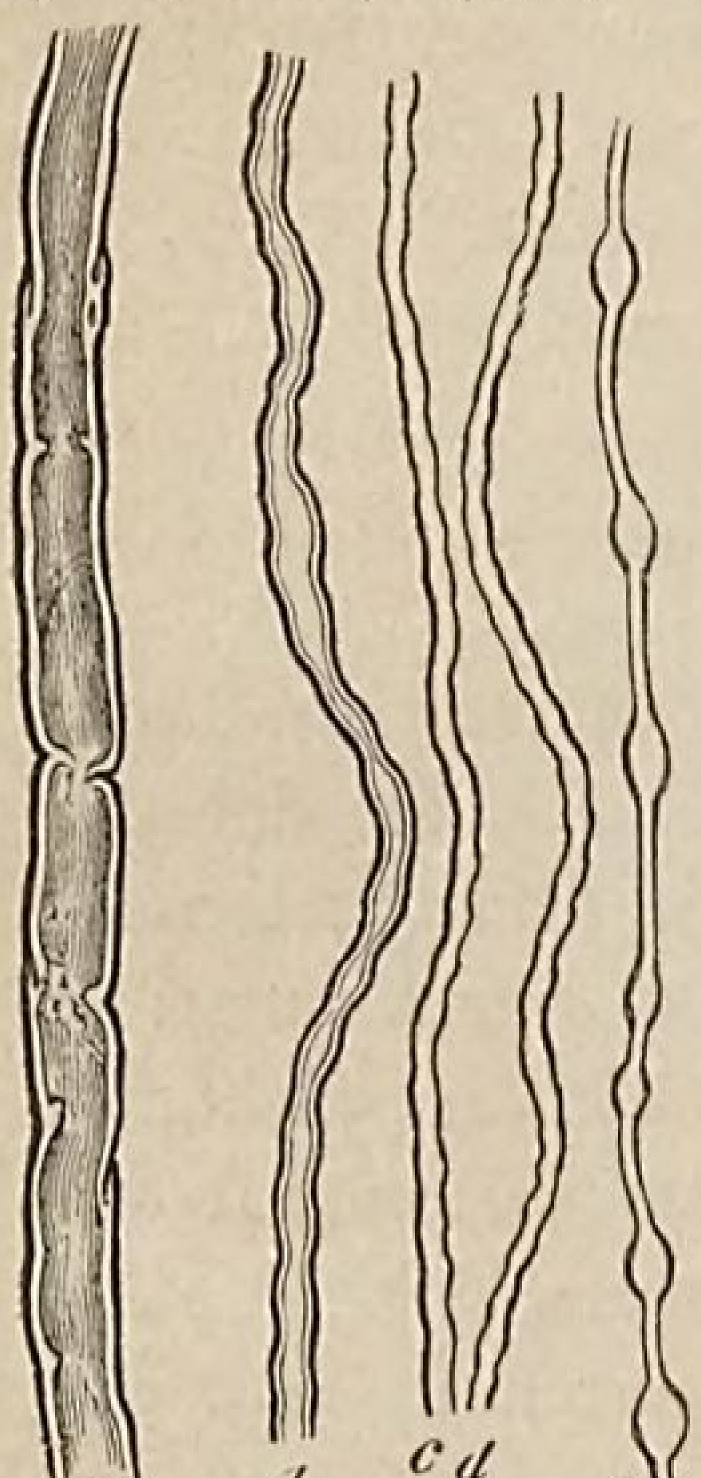


Fig. 46. Nervenfasern des Menschen. (Vergr. 500.) a breite; b schmälere; c. d. e. feine.

Dann erhält die vollkommen durchsichtige, wasserhelle Faser zuerst dunklere Umrisse, sie wird etwas deutlicher wahrnehmbar; bald darauf werden die Umrisse doppelt (Fig. 46, a. b.).

Um zu verstehen, was dies bedeutet, muß man sich erinnern, daß die Nervenfäden nicht so unter dem Mikroskope betrachtet werden, wie wir im täglichen Leben einen Gegenstand ansehen, — nämlich so, daß er vom Lichte beschienen wird, — sondern daß wir die durchsichtigen Nervenfäden (und alle feineren mikroskopischen Präparate) so betrachten, daß das Licht durch dieselben hindurchscheint. Es geschieht dies, um mehr Licht für die Betrachtung zu gewinnen. — Nun braucht man aber nur eine Glasröhre zuerst bei auf sie auffallendem Lichte zu betrachten und dann bei durch sie hindurchscheinendem Lichte (also indem man durch die Glasröhre hindurch nach dem hellen Himmel blickt) und man wird sofort die Bedeutung dieser „doppelten“ Umrisse verstehen. Die Wände der Glasröhre sind durchsichtig, lassen also Licht durch die Masse des Glases hindurchgehen; deshalb sieht man bei durchscheinendem Lichte zu beiden Seiten der Röhre durch die Dicke der sich krümmenden Wand und sieht sowohl die äußere, als die innere Grenze der Röhrenwandung, — man sieht also einen doppelten Umriß.

Beim Betrachten eines Glasrohres mit bloßem Auge sehen wir

zugleich durch die „vordere" und „hintere" Wandseite (die vordere und hintere Fläche) der Röhre, weil unser Auge gleichzeitig Gegenstände zu sehen vermag, die ihm ein wenig näher oder entfernter sind. Das Mikroskop ist nicht so vollkommen eingerichtet. Mit seiner Hülfe sieht man nur in einer bestimmten Entfernung deutlich. Von einem durchsichtigen Gegenstande kann man daher nur immer eine „Schicht" auf einmal sehen. Von den Nerven sehen wir durch das Mikroskop entweder die „vordere" Fläche, — oder wenn wir sie um ihre Dicke mit Hülfe einer feinen Schraube dem Instrumente nähern, die „untere" Oberfläche, — oder wir sehen die „mittlere" Schicht. In dieser letzteren erblickt man den Nerven in seiner ganzen Breite, hat die Umrisse am deutlichsten, kann den Inhalt der Nervenfaser in seinen Einzelheiten untersuchen; deshalb stellt man die Nerven unter dem Mikroskop gewöhnlich so ein, daß man die mittelste Schicht sieht. Dann erblickt man aber auch nach dem Tode immer zu beiden Seiten den ganzen Nerven entlang doppelte Umrisse und erkennt daraus: daß die Nervenfaser in einer Röhre von durchsichtigem Stoffe sich befindet.

Nur die breiten (dicken) Nervenfasern der Bewegungs-Nerven (Fig. 46, a) und die ihnen an Dicke nahestehenden der Empfindungsnerven (Fig. 46, b) erhalten doppelte Umrisse. Die feinen Röhren des Gehirnes und vieler Sinnesnerven (Fig. 46, c, d, e) bleiben einfach begrenzt. Letztere erhalten nach dem Tode unter verschiedenen Verhältnissen kleine Anschwellungen, so daß sie einer locker gereihten Perlenschnur ähnlich sind; man nennt die Fasern dann „varikös", knotig (Fig. 46 e). —

Im Leben ist der Nerv glatt, gerade, einer gespannten Saite ähnlich nach beiden Seiten auseinander gezogen. Nach dem Tode, aus dem Körper herausgeschnitten, zieht er sich ein wenig zusammen, krümmt und schlängelt sich, erhält in seiner Wandung Einbiegungen. Dies bedeutet: die zarte Röhre, welche den Nerven umschließt, besteht aus einem elastischen Stoffe. — Im unverletzten Zustande ist die Röhre gespannt; dann hat sie glatte Wände. Von den Organen, welche sie in Spannung erhielten, abgelöst, zum Zwecke der genauern Einzelbetrachtung, zieht sie sich zusammen, verkürzt sich und krümmt sich daher in ähnlicher Weise, wie eine von der Geige abgenommene Saite. — Die chemische Untersuchung bestätigt, daß die Hülle der Nerven aus „elastischer Haut" besteht. Der Nerv ist von dieser zarten, dünnwandigen, durchsichtigen Röhrenwandung umschlossen, wie ein Degen von seiner Scheide; man

nennt sie deshalb die „Scheide" des Nerven. Bei den Nerven der meisten Sinnesorgane, des Gehirnes und Rückenmarkes, bestehen die Scheiden aus so dünner Haut, daß man bei einer mäßigen (etwa 500-maligen) Vergrößerung unter dem Mikroskop noch keine „doppelten" Umrisse zu sehen vermag.

Wenn die nach dem Tode eintretende Zersetzung weiter vorschreitet, so wird der Inhalt der Nervenröhre zuerst dunkler, dann „gerinnt" er, theilt sich in Festeres und minder Festes; kleine Kügelchen ballen sich, welche das Aussehen der Fetttropfen haben. Drückt man nun mit einer Nadel leise auf den Nerv, so kann man den geronnenen Inhalt der Röhre wegdrücken, — die Röhre fällt an der Stelle, wo die Nadel sie berührte, zusammen, ihr Inhalt aber quillt am freien Ende der abgeschnittenen Röhre heraus. Die vorschreitende Fäulniß zeigt sich nicht an allen Stellen gleichmäßig, so daß man zuweilen an einer Nervenröhre unmittelbar neben einer undurchsichtig gewordenen Stelle eine andere findet, welche sich zum großen Theile ihre frühere Durchsichtigkeit noch bewahrt hat.

Diesen gallertweichen Inhalt der Nervenscheide, im Leben glashell, nach dem Tode geronnen und undurchsichtig, nennt man das „Nerven-Mark".

Das Nervenmark ist zähflüssig, kleberig, in Bezug auf sein Verhalten etwa dem dichtern Terpentinöle zu vergleichen; es nimmt durch Druck alle möglichen Formen an, bald die von Kugeln, von Fäden, oder einer dünnen Haut. Das Nervenmark besteht aus einem dem Eiweiß ähnlichen Stoffe und Fett.

Bei allen Nervenorganen scheint das Vorhandensein einer gewissen Menge „Fett" in ihrer Mischung zur gehörigen Leistungsfähigkeit nothwendig zu sein. Dies lehren Untersuchungen über die chemischen Bestandtheile der Nervenfäden des Gehirnes. Sowohl beim Menschen, als bei Thieren fand man immer eine bestimmte Menge Fett im Hirn, welche nur innerhalb gewisser Grenzen sich minderte oder vermehrte. Daß dieser Fettgehalt des Hirnes kein zufälliger, sondern ein durch die Eigenthümlichkeit des Organes bedingter sei, geht daraus hervor: daß das Fett weder durch Krankheiten vermindert wird, welche den ganzen Körper abmagern lassen und in allen übrigen Körpertheilen ein Schwinden des Fettes veranlassen, — noch durch Mästung eines Thieres vermehrt werden kann.

Der Mensch hat in seinem Gehirn den größten Gehalt an Fett,

nach ihm die Säugethiere, dann die Vögel; je mehr also das Gehirn bei geistiger Thätigkeit gebraucht wird, je höhere und anstrengendere Verrichtungen die Nervenfäden des Hirnes ausführen, um so mehr (so scheint es wenigstens) enthalten sie auch Fett. — Zu dem gleichen Schlusse wird man gedrängt beim Vergleiche menschlicher Gehirne unter einander bezüglich ihres Fettreichthumes. In den Jahren der Kraft, wo alle Verrichtungen der Nerven am kräftigsten und ausdauerndsten von Statten gehen, findet sich in den Nervenfäden auch das meiste Fett. So fand man bei einem kräftigen, gesunden jungen Manne 16 % (neben 74 % Wasser und 9 % anderer fester Theile). Bei einem Greise von 86 Jahren ergab das Hirn nur 12 % Fett (neben 76 % Wasser und 10 % fester Theile); bei einem Mädchen von ½ Jahr dagegen nur 6 % Fett (neben 82 % Wasser und 10 % fester Theile). —

Es scheint, daß sogar bei einigen Thieren die mindere „Größe" des Gehirnes ausgeglichen wird durch reicheren „Fettgehalt". Während nämlich der Mensch von mittlerem Alter 3½ bis 4½ % seines Gesammtgewichtes Gehirn besitzt, haben die Säugethiere nur ungefähr 1½ %. Einige Thiere haben ein noch leichteres Gehirn, dafür aber hat dasselbe höhere Procente an Fett. So beträgt das Hirn des Ochsen nur 1/14 % (0,075) seines Gesammtgewichtes, dafür hat dasselbe aber 16½ % Fett. Ebenso hat das Schwein nur etwa ⅕ % (0,18) von seinem Gesammtgewichte Gehirn, während der Fettgehalt 15¾ % beträgt, und bei einem Pferde, welches ebenfalls ein auffallend kleines Gehirn hatte, wurden sogar 20⅔ % Fett gefunden. Nun hängt zwar vom Fettgehalte ganz gewiß nicht die geistige Befähigung eines Menschen ab, und Niemand, der vernünftig zu denken vermag, wird so Ungereimtes behaupten, — wohl aber scheint man zu dem Schlusse berechtigt, daß der Gehalt an Fett die Verrichtung der Nerven erleichtere und begünstige, da man immer den reichlichsten Fettgehalt dann in den Nerven findet, wenn diese erfahrungsgemäß am kräftigsten und tüchtigsten ihre Function auszuführen vermögen. (b.) *)

So wichtig nun auch das fetthaltige Nervenmark für die Verrichtung der Nervenröhre sein muß, so gibt es doch Nerven, welche desselben entbehren,

*) Der große Nachtheil, welchen der zu geringe Zusatz von Fett in der Kost der Gefangenen und in der Nahrung der Unbemittelten auf Gesundheit und Arbeitsfähigkeit nachweisbar äußert, dürfte sich zum Theil aus diesem Bedürfniß der Nervenfaser nach Fett erklären.

und welche in der Scheide nur den dritten Bestandtheil jeder Nervenfaser enthalten: den Achsencylinder oder das primitive Nervenband.

In fast allen Nervenröhren, den groben wie den feinen, wird einige Zeit nach dem Tode der Achsencylinder sichtbar. Man kann ihn durch chemische Hülfsmittel deutlicher zur Anschauung bringen, sieht ihn aber auch ohne dieselben. Zuweilen gelingt es, ihn aus der Röhre herauszuziehen (Fig. 47 a, b, c, g, f). Er ragt dann aus der Nervenscheide, deren Ende sich dicht um ihn zusammenzieht, als ein schmales, bald durchsichtig helles, bald minder durchsichtiges Band hervor, ist in seiner Masse vollkommen gleichartig, zeigt nach dem Tode nicht die Erscheinung des Gerinnens, wie das Nervenmark, sondern wird nur zuweilen ein wenig dunkler, was den Vortheil hat, daß man ihn deutlicher wahrzunehmen vermag. Der Achsencylinder der Nerven besteht aus einem dem Faserstoffe der Muskeln ähnlichen, in seiner Mischung aber von ihm abweichenden Stoffe. (c.)

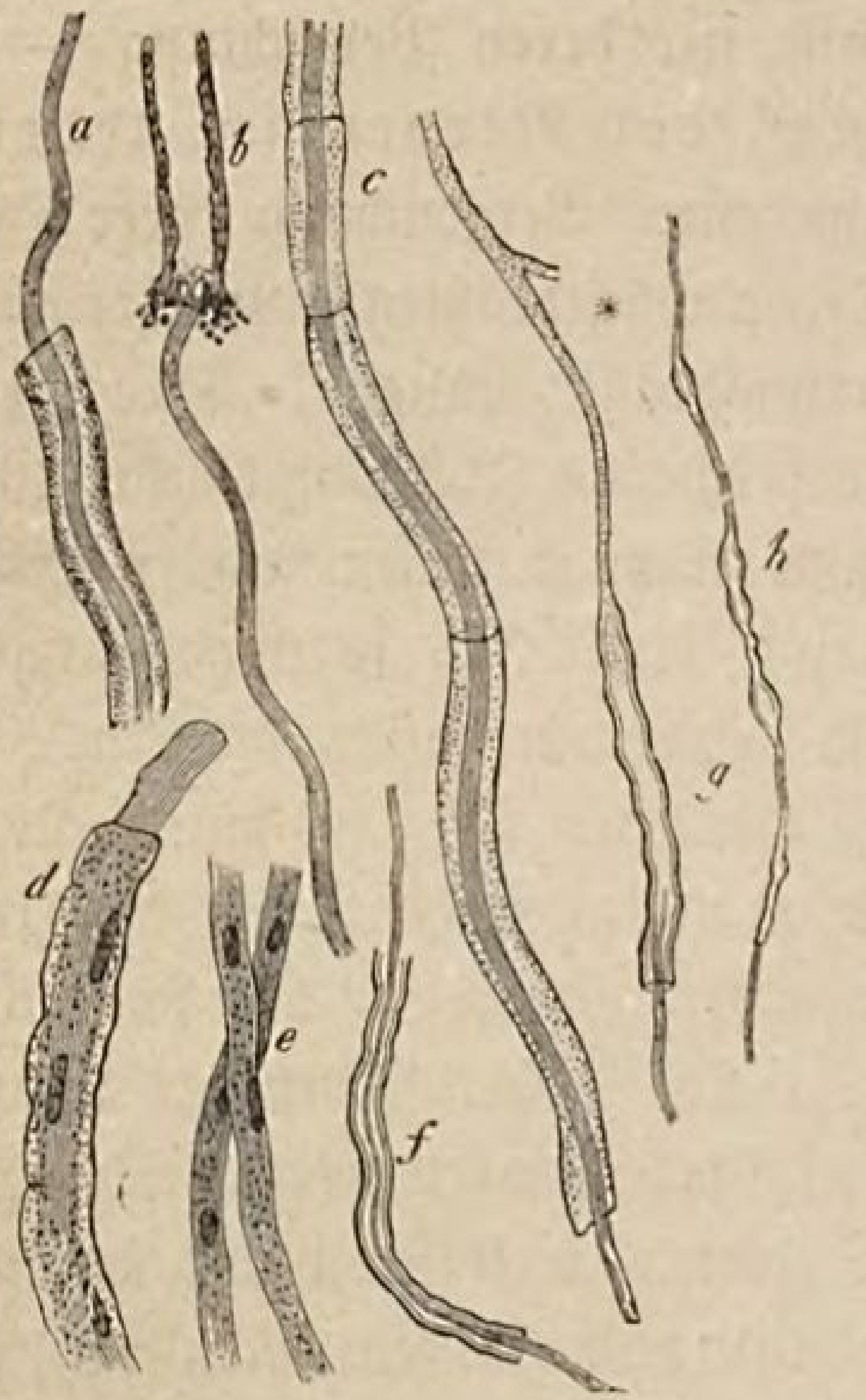


Fig. 47. Nervenröhren und deren Achsen-Cylinder.
(Vergr. 500.)
a, b, c Starke Nervenfasern mit verschiedenen Flüssigkeiten behandelt, welche den Achsencylinder sichtbar werden lassen. — d Eine Nervenfaser ohne Mark, mit breitem Achsencylinder (vom Neunauge). — e Marklose Fasern der Riechnerven. — f, g, h Feine Nervenfasern mit Achsencylindern, aus f auf beiden Seiten hervorragend, — von g bei * zum Ausläufer einer Ganglienkugel werdend, in h mit varikösen Verdickungen.

Jede Nervenfaser besteht also aus wenigstens zwei Bestandtheilen: dem Achsencylinder und der Scheide. Diese Zusammensetzung zeigen die feinsten Nervenfäden in Hirn und Rückenmark. Die stärkeren Nerven haben zwischen Achsencylinder und Scheide noch das Nervenmark.

Der anatomische Bau der Nervenfaser ist erst seit etwa 70 Jahren genauer bekannt. Im Jahre 1838 waren die Mikroskope so weit vervollkommnet, daß man die einzelnen Theile der Nervenfäden genauer zu unterscheiden vermochte, und um diese Zeit erhielt die Wissenschaft die erste genaue Schilderung der Achsencylinder und der Scheide. (d.) Erst im Jahre 1844 wurde das Nervenmark richtig geschildert. (e.) — Die

neuesten Angaben und theilweise noch bestrittenen Entdeckungen über die Zusammensetzung der Nervenfasern übergehen wir, weil aus ihnen ebensowenig für Verrichtung der Nerven ein gesicherter Schluß sich ziehen läßt, als aus den Formen der inneren Hirntheile für deren Verrichtung. —

Um ein Bild von der „Verrichtung" der Nerven im lebenden Körper zu gewinnen, bedarf es nur einer Vergleichung ihrer Gestalt mit den jetzt so vielfach verwendeten Telegraphendrähten. Möchte man nicht den Achsencylinder für den „Leitungsdraht" halten? Das Nervenmark für eine dem „Gutta percha" entsprechende Isolirungshülle, und die Nervenscheide für den „Ueberzug" zum Schutze gegen äußere Einflüsse? — Der Vergleich liegt so nahe und bietet sich so ungezwungen jedem Leser dar, daß wir ihn nicht unausgesprochen lassen wollten, — wenn auch nur um vor seiner Annahme zu warnen. Der menschliche Körper ist kein „mechanisches Kunstwerk", in welchem jedes Stück nur für eine bestimmte Verwendung in der allgemeinen Thätigkeit berechnet ist; sondern er ist ein „Organismus" (d. h. ein innerlich belebter Bau), welcher sich seine „Organe" (d. h. seine selbstthätig wirkenden Werkzeuge) durch das Wachsthum selber aufbaut. Er entsteht mit ihnen und vergeht mit ihnen. Jedes einzelne Organ steht mit dem ganzen Menschen in unmittelbarem Wechselverhältnisse: es führt nicht nur seine bestimmte Verrichtung selber aus, sondern es wirkt zugleich auf den ganzen Menschen ein und wird auch durch jede angenehme oder unangenehme, nützliche oder nachtheilige Einwirkung, welcher der ganze Mensch körperlich oder geistig unterliegt, ebenfalls betroffen.

Welche fast unzählbare und fast unentwirrbare Menge gegenseitiger Einwirkungen! Beständig wechseln sie. Jeder Augenblick bringt neue Veränderungen, welche nach allen Seiten ausstrahlen. Wer vermag jede einzelne zu verfolgen? — Auf dem ruhigen Spiegel einer Wasserfläche können wir wohl die Wellenkreise deutlich wahrnehmen, welche ein einzelner Steinwurf hervorgerufen, werden aber von verschiedenen Seiten gleichzeitig Wellen erregt, dann kreuzen sich die einzelnen Kreise so vielfach, daß auch der geübteste Blick ihnen nicht mehr zu folgen vermag, — weil es neben ihnen an ruhiger Fläche zum Vergleiche gebricht.

Diese Gegenseitigkeit ist ein allgemeines Gesetz jedes Gesammthaushaltes in der Natur. Der Magnet zieht das Eisen an, — erregt aber auch in ihm magnetische Strömung, und diese bewirkt: daß zugleich das Eisen den Magnet anzieht. Die Sonne übt die Kraft der Massen-

anziehung auf die umgebenden Gestirne aus; aber nicht minder äußern diese die nämliche Einwirkung auf die Sonne, bannen sie dadurch an den Ort, an welchem sie sich befindet, und stehen doch gleichzeitig in demselben Verhältnisse gegenseitiger Anziehung zu den sie umgebenden Gestirnen. — So durchkreuzen sich auch in vielfacher Wechselwirkung die Verrichtungen der einzelnen Organe des lebenden Körpers. Immer wirkt ein Organ auf das andere, und dieses eine hängt gleichzeitig auch von andern ab. Die Verrichtungen der Nerven sind daher nicht so einfach, daß man nur die in ihnen selbst stattfindenden Veränderungen zu beachten brauchte, um einen klaren Einblick zu gewinnen, sondern die Nerven hängen ab von dem Zustande des ganzen Organismus, — sie wirken auf die ihnen benachbarten Theile des Organismus, also über die Begränzung ihrer eigenen Formen hinaus, — und leiten endlich in ihrem Innern empfangene Reize weiter. Die Nerven sind also für einen Theil ihrer Lebensäußerungen dem „Telegraphendrahte" vergleichbar; sie haben aber daneben, wie wir sehen werden, noch andere, eigene Verrichtungen, durch welche sie sich sehr wesentlich von jenen unterscheiden. —

Das Vorhandensein einer „Leitung" in den Nerven ergibt sich einfach aus der Thatsache, daß jeder Nerv, sobald wir ihn an irgend einer Stelle mit einer Nadel, mit dem elektrischen Funken oder sonst wie reizen, augenblicklich die Wirkung an einem entfernten Orte erkennen läßt. (Seite 27.) Wenn der Nerv eines lebenden Thieres oder eines lebenden Menschen an einer Stelle gereizt wird, so zucken die Muskeln, zu denen er geht, wenn er ein Bewegungsnerv war, und dann findet also eine Leitung vom Mittelpunkte nach der Außenseite (centrifugal, nach der Peripherie hin) statt, — reizen wir dagegen einen Empfindungsnerven, so wird das Gefühl des Schmerzes im Gehirn wahrgenommen; und die Leitung ging dann von außen nach innen vor sich (centripetal, nach den Centralapparaten hin). — Wie beim Drahte, der den elektrischen Funken leitet, so kann auch beim Nerven die Veränderung, welche ein Reiz in ihm hervorruft, nur dann weiter geleitet werden, wenn der Zusammenhang der Nervenröhre ununterbrochen ist. Wird dagegen der Nerv durchschnitten, oder wird durch Druck auf lebende Nervenröhren der Inhalt verschoben, so daß nur die leere Hülle an dieser Stelle sich befindet, so wird damit auch die Leitung aufgehoben: der Nerv ist gelähmt und vermittelt weder Bewegung noch Empfindung. — Die einzelnen Nerven sind auch darin gut eingerichteten, elektrischen Dräh-

ten zu vergleichen, daß sie von einander isolirt leiten; die durch einen Reiz bewirkte Erregung verbleibt im Innern der gereizten Nervenfaser, geht nicht auf die unmittelbar ihr anliegenden Fasern über. Ein dicker Nervenstrang schließt bei seinem Austritte aus Hirn oder Rückenmark viele hundert Nervenfasern in sich ein und erreicht oft den Umfang des Daumens einer kräftigen Männerhand. Wenn nun durch eine Verwundung im lebenden Menschen ein solcher Nerv halb durchgeschnitten wird, so hemmt der Schnitt die Leitung nur innerhalb der durchschnittenen Fasern, während die daneben liegenden unverletzt gebliebenen ganz wie früher die Erregungen zu übertragen vermögen; sie können dieselben aber nur zu denjenigen Organen leiten, mit denen sie in regelmäßiger Verbindung stehen, und es ist ihnen nicht möglich, den Reiz an die unmittelbar neben ihnen liegenden durchschnittenen Nerven abzugeben und diese so zu ihrer Verrichtung zu befähigen. — So weit haben also die Nervenröhren eine gewisse Aehnlichkeit mit den zur elektrischen Leitung gebräuchlichen Drähten.

Unmittelbar nachdem der Nerv durchschnitten wurde, ist die Leitungsfähigkeit desselben vollständig vernichtet. Findet man Gelegenheit, etwa eine Woche später die Nervenröhren unter dem Mikroskop zu untersuchen, so findet man unterhalb der Schnittstelle, also zwischen ihr und der äußern Endigung des Nerven, das Nervenmark geronnen, ähnlich wie es nach dem Tode gerinnt, anfangs in kleine, krümelige Stücke durch Querspalten getrennt, dann in sehr feine Fetttröpfchen umgewandelt, welche schließlich aufgesogen werden, so daß nur der Achsencylinder mit der elastischen Nervenscheide übrig bleibt. Das oberhalb der Schnittstelle gelegene, mit Rückenmark und Gehirn noch in Verbindung stehende Nervenstück entartet nicht in dieser Weise.

Aber nach einiger Zeit, etwa nach 2 bis 5 Wochen, treten wieder Zeichen der rückkehrenden Leitung ein, wie man dies bei Personen, deren Körpernerven durch den Schlagfluß gelähmt wurden, vielfach zu beobachten Gelegenheit hat. Zuerst kehrt in der Regel die Empfindung wieder; die ganz gefühllos gewesenen Theile machen sich zeitweise durch leises Kriebeln, durch ein dem Eingeschlafensein ähnliches Gefühl, durch flüchtige Stiche, durch Schmerzen bemerkbar; dann tritt in den Körpertheilen, welche der Gefühlslähmung erlegen waren, jener Zustand unsicherer Wahrnehmungen ein, den auch der Gesunde hat, wenn seine Hände durch die Kälte der äußern Luft oder des Wassers durchkältet sind, und welchen man „pelzig“

zu nennen pflegt; nach und nach werden die Gefühlswahrnehmungen deutlicher, und endlich sind sie wieder wie früher, d. h. alle Nervenfäden sind wieder mit einander verwachsen, haben ihr Nervenmark wiederum erhalten. — Die Bewegungslähmungen heilen gewöhnlich etwas später. Die zurückkehrende Leitungsfähigkeit pflegt sich in den Bewegungsnerven natürlich nicht durch Schmerzen, sondern durch Bewegungen anzukündigen, welche anfangs unwillkürlich sind und in schwachen Zuckungen bestehen, die aber allmählig mehr und mehr dem Willen sich unterwerfen und dabei an Kraft gewinnen.

Unterscheidet sich der lebende Nerv vom Leitungsdrahte schon durch die Möglichkeit, daß er seine verlorene Leitungsfähigkeit wieder gewinnen kann, so unterscheiden sich beide noch mehr durch die Art der Leitung. Der Draht setzt der ihm fremden, ihm aufgenöthigten electrischen Strömung bei der Fortleitung einen gewissen Widerstand entgegen, ähnlich wie der Widerstand der Reibung. Je länger der Draht ist, durch welchen die electrische Strömung fortgeleitet wird, um so größer wird der Widerstand. Der Nerv dagegen verhält sich umgekehrt; die Erregung, welche ein Reiz in ihm hervorruft, ist ihm keine fremde, sondern sie entspricht seiner eigenthümlichen Lebensverrichtung; er nimmt auf seiner ganzen Strecke selbstthätig daran Theil, denn er ist ja kein mechanisches Werkzeug, sondern ein „selbstthätig wirkendes", ein Organ. Statt daß also die Erregung abgeschwächt würde, je länger der Nerv ist, wird sie im Gegentheil erhöht: je mehr die gereizte Stelle eines Nerven vom Muskel entfernt ist, um so größer ist die Stärke der Muskelzuckung, weil eben auf einer größern Strecke der in Reizung versetzte Nerv selbstthätig bei der Erregung mitwirkt.

Man kann diese Unterschiede zwischen electrischem Draht und Nerven sich an einfacheren Verhältnissen deutlich machen, wenn man sich vorstellt, eine Kegelkugel werde in der neben der Kegelbahn befindlichen, für ihren Rücklauf bestimmten Rinne hin und her gerollt. Diese Rinne verläuft von der Stelle, wo die Kegel aufgestellt werden, bis an das andere Ende der Bahn, wo die Spieler sich befinden, schräg abwärts. Rollt man nun die Kugel in dieser Rinne vom Spieler aus gegen die Kegel hin, so muß sie schräg aufwärts rollen, und die der Kugel übertragene Kraft des Spielers hat dann die Widerstände der Reibung und der Schwere der Kugel zu überwinden; diese Widerstände sind in der Regel stark genug, um schließlich die Kugel in ihrem Laufe aufzuhalten.

Sie rollt dann nicht mehr weiter, bleibt einen Augenblick auf der Stelle, auf welcher sie sich befindet, — und beginnt hierauf schräg abwärts zu rollen, anfangs langsam, hierauf immer rascher, und je länger die Bahn der schrägen Rinne ist, um so schneller rollt sie. Die Ursache der zunehmenden Schnelligkeit ist leicht zu durchschauen: die Kugel befindet sich beim Abwärtsrollen in ähnlichen Verhältnissen, wie ein durch die Luft fallender Körper, dessen Fallgeschwindigkeit auch in jedem Augenblicke zunimmt. Sie rollt abwärts durch die Schwere ihres eigenen Gewichtes, welches anfangs nur eben hinreicht, den Reibungswiderstand der Rinne zu überwinden; aber indem sie in jedem Augenblicke ihrer Schwere wegen wieder rollt, summiren sich die einzelnen Anstöße, welche ihre Schwere ihr zum Rollen ertheilt, und zuletzt saust die Kugel in voller Geschwindigkeit. Die herabrollende Kugel ist „selbstthätig" beim Rollen, wie der Nerv auf seiner ganzen Länge selbstthätig ist in den Erregungen, — die aufwärts oder wagerecht rollende Kugel ist nicht selbstthätig, wie auch der Draht zur elektrischen Leitung nicht selbstthätig mitwirkt. — (f.)

Die Leitung in den Nerven „scheint" mit einer kaum meßbaren Geschwindigkeit vor sich zu gehen. Sobald wir eine Bewegung ausführen wollen, verwirklicht sich unser Wille auch; wir vermögen nicht eine Verzögerung zu bemerken, welche die Zeit zwischen dem Anstoße, den der Nerv durch unsern Willensreiz erhält, und der Uebertragung desselben auf den Muskel bezeichnet. Wird ein Thier oder ein Mensch von einem Insect oder mit einer Nadel gestochen, so zuckt er auch „in demselben Augenblicke" (so meinen wir), — ohne daß man einen Zeitaufwand wahrnähme, während dessen der Empfindungsreiz durch das Rückenmark zum Gehirn geleitet, daselbst zum Bewußtsein gebracht und dann der Willensreiz auf die Muskeln übertragen wird. Indessen gelang es der Wissenschaft doch, durch Anwendung künstlicher Hülfsmittel den geringen Zeitraum, dessen die Nervenleitung bedarf, zu messen. Vermögen wir auch nicht „unmittelbar" mit unsern Sinnen ihn wahrzunehmen, so können wir es doch „mittelbar", wenn wir die Sinne durch besondere Vorrichtungen schärfen. Man legte im Experimente der Natur eine Frage vor, und sie gab darauf bestimmte Antwort. Das Experiment besteht aber in Folgendem.

Ein Muskel, welcher aus einem eben erst getödteten Thiere nebst dem dazu gehörigen möglichst langen Nerven sorgfältig und schnell ausgeschnitten worden ist, wird mit dem obern Ende an einem kleinen ver-

schiebbaren Gestell aufgehangen und an seinem frei herabhängenden Ende mit einem wagerecht stehenden schreibenden Stifte versehen. Hierauf rückt man das Gestell, an welchem der Muskel hängt, so neben einen mit weißem Papier überzogenen, senkrecht stehenden Cylinder (von ungefähr 25 Centimeter Höhe und 15 Centimeter Durchmesser), daß der wagerechte Stift gerade den Papierüberzug des Cylinders berührt. Setzt man nun durch ein Uhrwerk den Cylinder in gleichmäßige Umdrehungen, so wird sich das Papier, welches seinen Ueberzug bildet, am Stifte vorbeibewegen, und dieser wird eine Linie auf demselben beschreiben: eine wagerechte Linie, so lange der Muskel ruhig bleibt; sobald aber durch Reizung des Nerven der Muskel zum Zucken genöthigt wird und sich hierbei verkürzt, hebt der Muskel den an seinem untern Ende befindlichen wagerechten Stift senkrecht in die Höhe, während mit der Erschlaffung oder (was gleichbedeutend:) Rückkehr zur früheren Länge, der Muskel den Stift wiederum herabsinken läßt bis auf die Stelle, an welcher er sich vorher befand. Auf einer in Ruhe befindlichen Papierfläche würde daher der Stift eine senkrechte Linie von unten nach oben schreiben und mit seiner Spitze auf derselben Linie wieder herabfahren. Da aber das Papier in Folge der Umdrehung des Cylinders an dem Stifte vorübergleitet, so verschmilzt die wagerechte Richtung des Papiers und die senkrechte Bewegung des schreibenden Stiftes zu einer gemeinsamen mittleren: beim Zucken des Muskels beschreibt der Stift eine Linie schräg aufwärts, und bei der Erschlaffung des Muskels schräg abwärts. Man kann nun durch bestimmte Vorrichtungen in demselben Augenblicke, in welchem der Nerv gereizt wird, auch die Stelle bezeichnen, an welcher in eben diesem Augenblicke der schreibende Stift sich an dem Papiercylinder befindet.

Wenn das Zucken des Muskels augenblicklich und gleichzeitig mit der Reizung des Nerven erfolgte, so müßte von der Stelle ab, an welcher sich der schreibende Stift im Augenblicke der Reizung auf dem Papiere befindet, die aufsteigende Linie sich erheben. Dies ist aber nicht der Fall. So oft auch der Versuch wiederholt worden ist, so zeigte sich doch immer, daß der schreibende Stift unmittelbar nach der Reizung des Nerven erst eine kleine wagerechte Linie auf das Papier überträgt, bevor er die schräg aufwärts gehende Linie schreibt. Es verging also ein kleiner „Zeitraum" zwischen der Reizung des Nerven und der Zuckung des Muskels. Da man nun die Geschwindigkeit kennt, mit welcher das

Uhrwerk den Cylinder sehr schnell um seine senkrechte Achse dreht, so kann man auch aus der Länge der wagerechten Linie die Zeitdauer berechnen, welche zwischen der Reizung des Nerven und der Uebertragung dieses Reizes auf die Muskelfasern verflossen ist.

Wie erwähnt, bemüht man sich, den zum Muskel gehörigen Nerven möglichst lang auszuschneiden. Dies gewährt die Möglichkeit, nachdem man das äußerste Ende des Nerven gereizt hat, noch eine andere, dem Muskel nähere Stelle des Nerven zu reizen, wobei man den Cylinder etwas höher oder tiefer stellt, damit der schreibende Stift an einer andern Stelle auftrifft. — Reizt man nun den Nerven näher dem Muskel, (so daß die Erregung durch eine kürzere Strecke des Nerven fortgeleitet wird) so ist auch die wagerechte Linie kürzer, welche die Zeitdauer zwischen der Nervenerregung und der Muskelzuckung ausdrückt. Da auch diese Zeitdauer sich in der angegebenen Weise berechnen läßt, so kann man aus dem Vergleiche beider erkennen, um wie viel schneller bei Reizung eines kurzen Nervenstückes die Verkürzung des Muskels erfolgte, als nach Reizung eines langen Nerven. Dieser Unterschied drückt die Zeitdauer aus, welche zur Fortleitung der durch den Reiz hervorgerufenen Erregung im Innern des Nerven nothwendig war. Mißt man aber genau die Entfernung der beiden Stellen, an welcher (entfernter und näher dem Muskel) der Reiz auf den Nerven übertragen wurde, so hat man für die berechnete Zeitdauer der Leitung nun auch die Entfernung und damit die Leitungsgeschwindigkeit des Nerven gefunden. —

Damit nicht der Widerstand einer Reibung des schreibenden Stiftes am Papiere als Ursache der Zögerung angesehen werden könne, noch auch die Schwere des schreibenden Stiftes etwa den Muskel belaste und wegen Hebens dieser Last die Zögerung veranlasse, — kann man den Stift durch ein feines Haar ersetzen, die Oberfläche des Papiers aber mit einer dünnen Schicht Ruß überziehen, und indem das Haar oberflächlich in die Rußschicht einritzt, bringt es die Linie hervor. —

Ein anderes, nicht minder geistreiches Verfahren, dem Nerven im Experiment die Frage nach seiner Leitungsgeschwindigkeit vorzulegen und von ihm Antwort zu erhalten, wird mit Hülfe der Elektricität ausgeführt, so daß in dem Augenblicke, in welchem die Nervenleitung zum Muskel gelangt, ein elektrischer Strom auf eine Magnetnadel wirkt, deren

Ablenkung man beobachtet. Auch hier werden die Zeiträume mit einander verglichen, welche nothwendig sind, um durch eine längere oder durch eine kürzere Stelle des Nerven die Erregung fortzuleiten. —

Beim Frosche findet die Nervenleitung mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 80 bis 90 Fuß in der Sekunde statt. Sie zeigte sich bei einer Lufttemperatur von + 10° R., während sie bei 0° viel langsamer war. (g.) —

Es ist auch gelungen, am lebenden Menschen die Schnelligkeit der Nervenleitung zu beobachten und zu messen.

Uns scheint der Eindruck einer Empfindung (z. B. eines Nadelstiches) so plötzlich zum Bewußtsein zu gelangen, daß wir meinen, „Stich" und „Schmerz" seien gleichzeitig, und „mit der Geschwindigkeit des Blitzes" erreiche das Gefühl unsere Wahrnehmung. Ebenso schnell glauben wir — nach unserem Bewußtsein — den in uns entstandenen Willen auszuführen.

Wir haben in unserm Empfinden und Beobachten keinen Maßstab für so geringe Zeitmaße, wie sie zur Beurtheilung der Zeit nöthig ist, binnen welcher eine Nervenerregung durch den Nerven, selbst auf der längsten Strecke seines Verlaufes, fortgeleitet wird. Es fehlt uns daher die Möglichkeit des Vergleichens, durch welches ein „schneller" oder „langsamer" sich festhalten läßt.

Das Licht des Blitzstrahls dringt aus den Wolken in unser Sehorgan mit einer Schnelligkeit von 41,000 bis 42,000 geogr. Meilen in der Sekunde. Der Schall des Donners sendet die Schallwellen in unser Ohr durch die Luft, indem er in jeder Sekunde 1473 Fuß (im Wasser 4300 Fuß) durchmißt. Diese beiden verschiedenen und ungeheuer von einander abweichenden Schnelligkeiten der Fortbewegung sind wir oft in der Lage mit einander vergleichen zu können, und vermögen dann unmittelbar wahrzunehmen, welches die schnellere oder langsamere ist. Je entfernter von uns das Gewitter, um so längere Zeit währt es, bis dem Leuchten des Blitzstrahles der Schall des Donners nachfolgt. Eine ähnliche und für den vorliegenden Fall besonders lehrreiche Beobachtung kann man auf der Jagd machen. Von einem entfernt von uns abgeschossenen Gewehre erblicken wir zuerst das Leuchten des aufblitzenden Pulvers, bevor wir den Schall des Schusses wahrnehmen; aber je geringer die Entfernung zwischen uns und dem Schießenden ist, um so geringer ist auch der Zeitraum, welcher vergeht zwischen der Gesichts-

wahrnehmung des Pulverblitzes und der Gehörsempfindung des Knalles. Ist endlich der Schießende bis auf 50 Schritt uns näher gerückt, so hört jede Pause zwischen Licht und Schallwirkung auf, beide decken sich und gleichzeitig sehen und hören wir den Schuß.

Also bei einer Entfernung, welche noch etwa zehnmal so groß ist, als die Länge unseres Körpers, — (welche mithin mindestens das zehnfache der längsten Nervenleitung im Innern unseres Organismus ausmacht), — vermögen wir bereits die Unterschiede in der Geschwindigkeit des Lichtes und des Schalles nicht mehr wahrzunehmen, so ungeheuer groß auch diese Unterschiede sind; denn in runden Zahlen und gleichen Maßeinheiten verglichen, durchmißt das Licht in der Sekunde 1,000,000,000 Fuß, der Schall nur 1500 Fuß.

Das Licht ist also ungefähr 6000 Male schneller, als der Schall. Und dennoch vermögen wir diesen ungeheuren Unterschied beim unmittelbaren Vergleichen nicht immer zu empfinden, — sondern es erscheinen uns Schall und Licht gleichzeitig. Da aber unleugbar ein Unterschied, und zwar ein verhältnißmäßig sehr großer, zwischen ihrer Aufeinanderfolge besteht, so liegt die Ursache der scheinbaren Gleichzeitigkeit darin, daß unsere Nerven zu langsam empfinden und wahrnehmen, als daß wir diesen Unterschied zu erkennen vermöchten. Die Zeitdauer des Unterschiedes ist kürzer, als die Zeitdauer der Nervenleitung! —

Licht und Schall folgen bei einer Entfernung, welche nur zehnmal länger ist, als unsere längste Nervenleitung, schon so schnell auf einander, daß der Eindruck des Schalles früher unserem Ohre sich mittheilt, bevor noch die Wahrnehmung vom Eindrucke des Lichtes vergangen ist. Mithin „scheinen" sie für unsere — ihrer Schnelligkeit gegenüber langsame und unbehülfliche — Nervenleitung „gleichzeitig" zu sein. Wir haben eben keine Zeit, die Dauer des Unterschiedes ihrer Schnelligkeit zu fühlen, sobald (durch geringere Entfernung von uns) die Dauer des Unterschiedes kürzer geworden ist, als die Zeit, welche unsere Nerven zum Weiterleiten eines empfangenen Reizes bedürfen.

Es geht hieraus hervor, daß die Leitung in unsern Nerven erheblich langsamer ist, als die Leitung des Schalles durch die Luft. — Wir bedürfen für unsere leiblichen Gefühle und Wahrnehmungen, für die Bildung eines Gedankens, für den Entschluß zum Wollen und für die Ausführung des Willens einer bestimmten meßbaren Zeit, weil körperliche Vorgänge, Umwandlungen des Stoffes, für unser Empfinden, Denken,

Wollen und Bewegen nöthig sind, und weil der Stoffwechsel an Raum und Zeit gebunden ist. „Schnell wie ein Gedanke" ist gegenüber der Schnelligkeit des Lichtes langsam. Keine einzige Bewegung vermögen wir „blitzschnell" auszuführen.

Man versuchte schon im vorigen Jahrhundert die Geschwindigkeit der Muskelbewegung zu bestimmen. Ein Forscher that dies dadurch, daß er seinen Unterarm mit größter Anstrengung so schnell als möglich viele Male hinter einander beugte und streckte. Er vermochte in einer Sekunde ihn 8 mal auf und ab zu bewegen, und wenn die Aufwärtsbewegung ebensoviel Zeit in Anspruch nahm, als die Bewegung nach abwärts, so würde demnach auf jede $1/16$ Sekunde zu rechnen sein. — Ein anderer versuchte die Sinnesempfindung dadurch zu messen, daß er mit Aufmerksamkeit möglich geschwind eine gedruckte Seite eines Buches laut vorlas und an einem Uhrwerk die dazu nöthige Zeit beobachtete. Hierauf zählte er die Zahl der Buchstaben, welche auf diese Seite gedruckt waren, und fand nun, daß er zum Sehen, Erkennen und Aussprechen eines jeden Buchstabens $1/30$ Sekunde verbraucht hatte. (h.) Neuerlich hat ein Beobachter die Zeitgröße eines „Augenblickes" zu bestimmen gesucht. Er schloß die Augen, während ein Uhrwerk eine Trommel mit bekannter Geschwindigkeit um ihre Längsachse drehte; außen auf der Trommel waren Zahlen eingeschrieben, und wenn er plötzlich das Auge öffnete und ebenso schnell es wieder schloß, so glitten einige dieser Zahlen seinem Auge vorüber. Er merkte sich, welche Zahlen er gesehen hatte, während er so plötzlich wie möglich das Auge öffnete und schloß, und fand, daß er für einen Augenblick $1/5$ Sekunde brauchte, so daß also 5 Augenblicke zusammen eine Sekunde sind. (i.)

Um am Menschen die Schnelligkeit der Muskelzusammenziehung zu prüfen, bediente man sich ähnlicher Hülfsmittel, wie wir sie S. 152 zur Untersuchung der Schnelligkeit in der Muskelzusammenziehung des Frosches kennen gelernt haben. Die Muskeln am Ballen des Daumens wurden bei einem lebenden Menschen mit einem Schreibapparate und einem sich drehenden Cylinder in Verbindung gebracht. Wenn man nun durch einen elektrischen Schlag den Muskel am Daumen sich verkürzen ließ, so erhielt man ebenfalls, wie beim Froschmuskel, den Ausdruck der Zeitdauer für die Verkürzung und Erschlaffung des Muskels in einer schräg aufwärts und abwärts steigenden Linie, das Zeichen für die Zöge-

rung, welche von der Reizung des Nerven bis zum Eintritt der Muskelzusammenziehung stattfand, in einer kleinern oder größern wagrechten Linie. Ließ man die Elektricität an den zum Ballenmuskel des Daumens gehenden Nerven das eine Mal in der Gegend des Handgelenkes, das andere Mal auf dem Oberarm einwirken, so fand im letztern Falle eine meßbare größere Zögerung, als im erstern, statt, und man konnte aus der Länge der Nervenleitung zwischen den beiden Stellen am Handgelenk und am Oberarme die Zeitdauer berechnen, welche die Nervenleitung auf dieser Strecke bedurfte. (k.)

Die Nervenleitung verbraucht beim Menschen so viel Zeit, daß sie einer Geschwindigkeit von etwa 90 Fuß in der Sekunde entspricht. Die Nervenleitung geschieht also in den Bewegungsnerven des Menschen fast mit gleicher Geschwindigkeit, wie in den Bewegungsnerven des Frosches. —

Hatte man bisher nur den Bewegungsnerven mit Hülfe der Elektricität gereizt, so versuchte man später auch die Schnelligkeit des Willensanstoßes kennen zu lernen und zu messen. Das Hülfsmittel dazu ist einfach, wird aber freilich bei Ausführung des Experimentes schwierig und verwickelt durch die Vorsichtsmaßregeln, welche angewendet werden müssen, um Täuschung und Irrthum auszuschließen.

Der Beobachter läßt sich zu einem bestimmten Zeitaugenblicke an einer vorher verabredeten Körperstelle durch Druck, Stich, elektrischen Schlag oder wie sonst eine Gefühlswahrnehmung zuführen; er wartet mit gespannter Aufmerksamkeit auf diese Empfindung und sucht, sobald er sie wahrnimmt, augenblicklich eine vorher verabredete Bewegung auszuführen (indem er z. B. mit einem schon erhobenen Finger auf einen Knopf drückt), zum Zeichen der vorhandenen Gefühlswahrnehmung. Auch der Moment, in welchem diese Bewegung zur Ausführung gelangt, wird aufgezeichnet.

„Die Nachricht von einem Eindrucke, der auf das Hautende empfindender Nerven gemacht ist, pflanzt sich mit einer zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Individuen nicht merklich wechselnden Geschwindigkeit von etwa 60 Meter nach dem Gehirne hin. Im Gehirne angekommen, vergeht eine Zeit von etwa $^1/_{10}$ Sekunde, ehe der Wille auch bei der angespanntesten Aufmerksamkeit die Botschaft an die Muskelnerven abzugeben im Stande ist, vermöge welcher gewisse Muskeln eine

bestimmte Bewegung ausführen sollen. Diese Zeit wechselt besonders nach dem Grade der Aufmerksamkeit bei derselben Person und ist bei schlaffem Aufmerken sehr unregelmäßig und lang, bei gespanntem Aufmerken dagegen sehr regelmäßig. Nun läuft die Botschaft nach den Muskeln hin, und endlich vergeht noch $1/100$ Sekunde, ehe sich der Muskel nach ihrer Empfangnahme in Thätigkeit setzt. Im Ganzen verstreichen also von der Reizung der empfindenden Nervenenden bis zur Bewegung der Muskeln $1 1/4$ bis 2 Zehntheile einer Sekunde. — Es ergibt sich, daß eine Nachricht von der großen Zehe etwa $1/30$ Sekunde später ankommt, als eine vom Ohr oder Gesichte. Wenn man nun von der gemessenen Summe der einzelnen Zeiträume das abzieht, was den Nervenleitungen in den empfindenden und bewegenden Fasern angehört, und die aus andern Versuchen bekannte Zeit, während welcher der Muskel sich in Bewegung setzt, so bleibt die Zeit übrig, welche im Gehirn vorgeht, um die von den Empfindungsnerven empfangene Depesche an die Bewegungsnerven abzugeben." (1.)

Man findet aus der Rechnung, daß der Vorgang im Gehirn, durch welchen eine bewußte Empfindung zur Willensäußerung umgestaltet wird, etwa die Hälfte, also ungefähr $3/4$ bis 1 Zehntheil einer Sekunde, in Anspruch nimmt von der Zeit, welcher man bedarf, um auf eine Empfindung mit einer Bewegung zu antworten.

Die einfachste geistige Arbeit: eine im Voraus schon verabredete Willensäußerung nach einer im Voraus bekannten und mit Aufmerksamkeit erwarteten Empfindung, braucht also zu ihrer Ausführung einer bestimmten meßbaren Zeit, — ist also keineswegs, wie man früher träumte, befreit von dem Einflusse und der Herrschaft der Wirklichkeit und des Endlichen! Die idealsten Träume haben selber reale Grundlage und kommen durch materielle Mittel.

Wenn die Aufgabe der geistigen Arbeit minder einfach ist, so wird dadurch auch der Zeitverbrauch größer. Es ließ sich ein Beobachter je nach der Willkür seines Mitarbeiters bald rechts, bald links, einen Gefühlsreiz beibringen und führte dann auch immer eine entsprechende linksseitige oder rechtsseitige Bewegung aus. Er hatte also nicht nur eine Empfindung und den nachfolgenden Willensanstoß als einfache Vorstellung zu verarbeiten, — sondern er mußte nachdenken, d. h. zwei Vorstellungen mit einander vergleichen: er mußte sich bewußt werden, jetzt habe ich auf der linken oder der rechten Seite eine Empfindung

gefühlt und will nun dieses oder jenes Zeichen geben. Durch diesen zwischen Empfindung und Bewegung eingeschobenen höchst einfachen Gedankengang erfolgte eine Zögerung um etwa $^{6}/_{100}$ (über $^{1}/_{16}$) Sekunden. — Wollte der Beobachter nicht nur die Seite seines Körpers, sondern auch die Art der Wahrnehmung durch eine Bewegung kennzeichnen, — wollte er z. B. angeben, ob ein plötzlich aufstrahlendes Licht roth oder gelb gefärbt sei, — und mußte er mithin erst über die Art der Empfindung selber eine klare Vorstellung gewinnen: so betrug die Verzögerung $^{15}/_{100}$ (fast $^{1}/_{7}$) Sekunde.

Unsere geistige Arbeit ist also darin mit unserer körperlichen Arbeit vergleichbar, daß wir um so langsamer arbeiten, je verwickelter die Arbeit ist. Wir bedürfen zur Entwickelung der Kraftäußerung unserer Nerven einer bestimmten Zeit, gerade wie wir zur Entwickelung der Kraftäußerungen unserer Muskeln Zeit bedürfen. Wir werden bei späterer Gelegenheit sehen, daß beide Verrichtungen auch in anderer Weise sehr wohl mit einander vergleichbar sind.

Die Nervenleitung scheint zwar bei verschiedenen Personen ein wenig geschwinder oder langsamer vor sich zu gehen und schwankt auch bei einem und demselben Menschen je nach seinem Wohlsein und seinem Aufmerken, — allein diese Unterschiede sind nicht nur äußerst gering, sondern unter gleichmäßigen Verhältnissen (vorheriger Ruhe, guter Ernährung, Abwesenheit von Störung, gespannter Aufmerksamkeit) bleibt der Zeitverbrauch bei derselben Person so gleichmäßig der nämliche, daß man ihn bei wissenschaftlichen Beobachtungen in Rechnung zu bringen pflegt, ebenso wie man die Abweichungen und Fehler anderer geprüfter physikalischer Instrumente in Rechnung bringt. Es geschieht dies namentlich bei gewissen astronomischen Beobachtungen und Messungen.

Wenn z. B. die Zeit genau festgestellt werden soll, zu welcher ein Stern auf einer bestimmten Stelle am Himmel gesehen wird, so richtet man auf diese — mit andern Hülfsmitteln aufgefundene — Stelle ein Fernrohr, in welchem an einem bestimmten Orte ein Kreuz aus den Fäden einer Spinne angebracht ist; man sieht alsdann dieses Kreuz scheinbar an der Stelle des Himmels stehen, auf welche man das Fernrohr richtet, und der vorrückende Stern muß, wenn er durch das Sehfeld des Fernrohres geht, allmälig auch den Fäden dieses Kreuzes vorübergehen, so daß man ihn mit seiner einen Seite das Bild des Fadens scheinbar berühren sieht; dann gleitet er unter dem Faden hinweg, bis

er ihn nur noch mit seiner andern Seite berührt und endlich ganz verläßt. Es handelt sich nun darum, den Augenblick dieser Berührungen genau zu bestimmen, während man gleichzeitig eine sorgfältig regulirte Sekundenuhr beobachtet. Diese anscheinend so einfache Aufgabe kann kein Mensch fehlerlos erfüllen. Trotz der gespanntesten Aufmerksamkeit weichen die Angaben der einzelnen Beobachter von einander ab, während jeder von ihnen zugleich das Vorrücken des Sternes und das Geräusch der Uhr beachtet. Der Fehler besteht darin, daß die Gleichzeitigkeit dessen, was man sieht und hört, nicht genau erkannt wird, sondern daß man das Eine etwas später als das Andere anzeichnet. Derjenige ist der beste Beobachter, dem es durch viele Uebung und bei gespannter Aufmerksamkeit gelingt, daß sein Beobachtungsfehler immer der gleiche bleibt, so daß er also jedesmal denselben Zeitunterschied zwischen den beiden Beobachtungen angibt, welche er gleichzeitig machen will. Hat man diese Fehlergröße kennen gelernt, so kann man sie in Rechnung bringen und vermag dadurch der Wahrheit möglichst nahe zu kommen.

Die Ursache des Fehlers liegt theils in dem Zeitverbrauche bei der Thätigkeit unseres Gehirnes, — theils in der verschiedenen Geschwindigkeit der Nervenleitung unserer Sinnesorgane. — Der Zeitverbrauch für unsere geistigen Verrichtungen beschränkt unsere Auffassungsfähigkeit: wir können nicht die Gefühlsdepeschen zweier verschiedener Organe zugleich erfassen. Daher ist es uns nicht möglich, die durch zwei verschiedene Sinnesnerven (Auge und Ohr) vermittelten Gefühlswahrnehmungen vollkommen gleichzeitig zum Bewußtsein gelangen zu lassen. Wenn sie auch gleichzeitig auf uns einwirken, — immer vergeht doch ein gewisser Zeitraum, bis wir, nachdem die neue Empfindung schon verklungen ist, eine Wahrnehmung vom Vorhandensein der andern zu gewinnen vermögen. — Die zweite Ursache liegt darin, daß die Nervenleitung unserer Sinnesorgane dem Anschein nach von verschiedener Geschwindigkeit ist, oder doch wenigstens auf die Schnelligkeit der Vorgänge verschiedenen Einfluß ausübt. So bedarf ein guter und geübter Beobachter mehr Zeit für Wahrnehmungen, welche er hört, als für solche, die er sieht, und noch weniger für diejenigen, welche er fühlt. Gab er ein vorher verabredetes Zeichen, sobald er sich einer Empfindung bewußt geworden war, und diese Empfindung wurde durch das Gefühl seiner Tastnerven in der Stirn vermittelt, so bedurfte er $^{13}/_{100}$ (fast $^{1}/_{8}$)

Sekunde, — wenn er sie durch das Gehör empfing, $^{17}/_{100}$ (nahezu $^{1}/_{6}$) Sekunde, — und wenn durch das Auge, $^{19}/_{100}$ (nicht ganz $^{1}/_{5}$) Sekunde. Dasjenige, was wir sehen, kommt uns also etwas später zum Bewußtsein, als dasjenige, was wir hören. Während im Weltenraume das Licht ungleich schneller weiter geleitet wird, als der Schall, verhält sich in unserem Organismus die Weiterleitung der Empfindung beider gerade umgekehrt. Auch diese Thatsache kann als Beweis dienen, daß die Nerven empfangene Reize nicht mechanisch fortleiten, wie der Telegraphendraht die Elektricität, sondern mit selbstthätiger Arbeit.

Mit Hülfe derartiger Untersuchungen vermag man den Werth der Uebung durch Zahlen zu bezeichnen. Um die Wahrnehmung eines kurzen, scharfen Schalles durch einen Fingerdruck zu bezeichnen, verbrauchte ein mit dieser Aufgabe bereits genügend vertrauter Gelehrter 0,1505 (= über $^{1}/_{7}$) Sekunde Zeit. Ein ungeübtes Mädchen dagegen bedurfte 0,2528 (über $^{1}/_{4}$) Sekunde und brachte es nach einiger Uebung zur Schnelligkeit von 0,2265 (= über $^{1}/_{5}$) Sekunde. (m.) —

Halten wir die Schnelligkeit, mit welcher unsere Nerven eine Erregung fortleiten, neben Bewegungsgeschwindigkeiten in der uns umgebenden Natur, so gewinnen wir zur Beurtheilung mancher Vorgänge nun erst den richtigen Maßstab.

Die Elektricität durchmißt binnen 1 Sekunde eine Entfernung von . . .	1300	Millionen Fuß.
Das Licht	1000	" "
Der Schall im Wasser	4500	Fuß.
Eine Kanonenkugel	1500	"
Der Schall in der Luft	1000	"
Der Adler	100	"
Ein englischer Wettrenner	75	"
Eine Locomotive bei mittlerer Schnelligkeit	70	"
Unsere Nervenleitung	90	"

Ueberblickt man diese Zahlen, so begreift man freilich, weshalb wir die Bahn des Blitzstrahles am Himmel nicht wahrzunehmen vermögen; denn bevor der Lichteindruck vom Anfange dieser Bahn zu unserem Bewußtsein gelangt, ist auch die gesammte Bewegung des Blitzes schon vorüber und wir erhalten nichts, als den allgemeinen Eindruck des Lichtes.

Aus gleichen Gründen können wir den Lauf einer Kanonenkugel nicht beobachten, wenn wir nicht sehr weit von derselben entfernt sind; zwischen

unserer ersten Wahrnehmung der Kugel und der nachfolgenden Willensäußerung unserer Augenmuskeln zur Verfolgung ihrer Bewegung durch die Luft hat die Kugel schon fast 300 Fuß zurückgelegt.

Deshalb auch ist es für den Jäger so schwierig, einen fliegenden Vogel (z. B. eine streichende Schnepfe) zu schießen, weil der Augenblick des Sehens mit der Muskelbewegung zum Losdrücken des Gewehres keineswegs zusammenfällt, sondern der Vogel während des Vorganges in unseren Nerven und unserem Gehirn bereits einen Weg von mindestens 20 Fuß zurückgelegt hat; der Jäger ist daher genöthigt, nicht auf den fliegenden Vogel oder den rennenden Hasen zu zielen, sondern auf einen Punkt, der eine Strecke vor ihm liegt, — dahin, wohin das Thier muthmaßlich auf seiner Bahn gekommen sein wird, wenn diese mit der antreffenden Kugel sich kreuzt.

Vor einer heranbrausenden Locomotive oder einem daherjagenden Pferde über den Weg zu laufen, ist deshalb für den Menschen so gefahrvoll, weil zwischen ihrem ersten Erblicken und der beginnenden Ausführung eines solchen Beschlusses die Locomotive und der Renner schon um eine erhebliche Strecke uns näher gekommen sind.

Da die Erregung der Nerven nur mit einer Geschwindigkeit von 90 Fuß in der Sekunde fortgeleitet wird, so würden Thiere, welche eine Körperlänge von 90 Fuß erreichen, wie z. B. Walfisch und sehr große Schlangen, eine Verwundung an dem dem Gehirn entgegengesetzten Ende ihres Körpers erst etwa eine Sekunde später fühlen, nachdem sie die Wunde erhalten haben, und die gleiche Zeit würde vergehen, bevor sie nach der Verletzung eine Bewegung des verletzten Körpertheiles ausführen.

Selbst der Unterschied in den Bewegungen und dem ganzen körperlichen Verhalten zwischen Menschen von großer Körperlänge und von sehr kleiner Figur dürfte nicht nur darin beruhen, daß große Personen wegen der Länge ihrer Glieder in ihren Knochen größere Hebel mit größerer Muskelanstrengung zu bewegen haben, sondern auch darin, daß ihre Nervenleitung eine größere Strecke zu durchmessen hat und deshalb einen größern Zeitaufwand beansprucht; bei einer einzelnen Bewegung ist dies natürlich ein so geringer Zeitunterschied, daß er nicht in Betracht kommt und von uns nicht unmittelbar wahrgenommen werden kann; bei tausendfach wiederholten Bewegungen aber dürfte die an und für sich geringe Zeitgröße immerhin durch Summirung zu einer wahrnehmbaren werden und sich nach seinem Einflusse in dem Gesammteindrucke größerer

Ruhe bei langgewachsenen Personen, schnellerer und häufigerer Bewegungen bei kleinen Personen kennzeichnen.

Ganz besonders aber leuchtet der Einfluß der Erziehung und der Uebung hervor. Die langsamere Auffassung und Ueberlegung solcher Personen, welche noch nicht durch vielfach wiederholte Leitungen derjenigen Nervenbahnen, die beim Wahrnehmen, Denken und Wollen nach einander in Thätigkeit gesetzt werden, die nöthige Geschicklichkeit zur schnellen Handhabung ihres Nervenapparates erlangt haben, wird uns nun bei Beachtung des Zeitaufwandes für Fühlen, Denken und Wollen verständlich werden. Wir erkennen, weshalb eine ungewohnte oder besonders schwierige Denkarbeit auch den sonst Geübteren langsamer von Statten geht. Wir erkennen, weshalb Größe und Masse des Gehirnes an sich zum schnellen und tiefen Nachdenken ohne Belang ist, sondern durch Uebung und zweckmäßige Anleitung reichlich ausgeglichen werden kann. Wir erkennen die hohe Bedeutung der „Denkübungen" beim Erziehungsplane der Jugend. Wir erkennen aber auch den großen Nachtheil, welchen zu eingehende und zu lang andauernde Denkarbeit in der Jugend nothwendig zur Folge haben muß, denn so reichlich das Gehirn auch zum Zweck seiner Ernährung mit Blut versehen wird, so bedarf dasselbe doch der nährenden Stoffe bei jüngeren Personen zum Zwecke des eigenen Aufbaues; zwar wird dieser durch mäßige Arbeit gefördert, doch entzieht eine das richtige Maß überschreitende Arbeit dem Wachsthum des Hirnes wie des übrigen Körpers die nothwendige Zufuhr, und dann ist erfahrungsgemäß fast immer Siechthum des Körpers oder Erkrankung des Hirnes in späteren Lebensjahren die Folge. Jede Mißachtung der Naturbedürfnisse trägt ihre Strafe in sich! —

Nachdem es, wie wir sahen, der opferfreudigen Arbeit zahlreicher Forscher gelungen ist, jene Thätigkeit nach Zeit und Raum zu verfolgen, welche sich als wahrnehmbare Wirkung eines Reizes im Nerven entwickelt, — liegt nun die Frage nahe: Worin besteht die Nervenkraft? Wie entsteht jene Erregung im Innern der Nervenröhre, welche sich im Verlaufe derselben fortpflanzt, sobald der bisherige Zustand des Nerven an einer Stelle durch mechanische Berührung, durch chemische Stoffe, durch Elektricität, durch Einwirkung des Empfindungsvorganges oder des Willens verändert wurde? Wie kommt es, daß der Nerv „selbstthätig" arbeitet, daß auf seiner Strecke die durch den Reiz bewirkte Erregung stetig zunimmt? Aus welchem Grunde gleichen die Vorgänge der

Nervenleitung dem von uns gebrauchten Bilde einer schräg abwärts rollenden Kugel, welche, in jedem Augenblick neue Kräfte auslösend, auch in jedem Augenblicke die Kraft ihrer Bewegung erhöht?

Auf diese Fragen eine Antwort zu gewähren, war der Wissenschaft noch zu Anfang des laufenden Jahrhunderts unmöglich; heute — nachdem durch sinnreiche, Jahrzehnte lang fortgesetzte Untersuchungen dem geheimnißvollen Wirken nachgespürt worden ist — kann wenigstens annähernde Auskunft ertheilt werden.

In allen lebensfähigen und lebenden Nerven und Muskeln kann man (durch geeignete Apparate) das Vorhandensein elektrischer Erscheinungen nachweisen. Die Elektricität erscheint in ihnen so vertheilt, daß die „Oberfläche" positiv elektrisch ist, gegenüber der negativ elektrischen „Schnittfläche". Dieses Verhalten findet sich nicht nur bei großen durchschnittenen Nervenstämmen, sondern in gleicher Weise auch an kleinen Theilen, soweit man es überhaupt zu verfolgen vermag. (n.)

Wenn Nerv oder Muskel zu ihrer Lebensthätigkeit erregt werden, — der eine zur Fortleitung eines Reizes, der andere zum Zusammenziehen, — dann sind jedesmal elektrische Ströme in ihnen nachweisbar, und zwar beim Nerven auf seinem ganzen Verlaufe sowohl diesseits als jenseits der erregten Stelle. Die „Fortleitung" eines Reizes ist also für uns wahrnehmbar: als eine vom Nerven selbstthätig bewirkte „Erregung elektrischen Stromes".

Der Nerv vermag diese ihm eigene Elektricitätsströmung selbstthätig weiter zu leiten und daher zu steigern. Dagegen ist er ein schlechter Leiter für einen außerhalb des menschlichen Organismus mit physikalischen Hülfsmitteln hervorgerufenen elektrischen Strom und setzt der galvanischen Strömung einen viel, viel größern (um 50 Millionen höhern) Widerstand entgegen, als Kupfer (o.); denn der Nerv leitet Elektricität nur mittelst der wässerigen Lösung mineralischer Stoffe, welche ihn durchfeuchtet, während die Bestandtheile, aus denen er gebildet ist, zu den Nichtleitern gehören.

Ist ein Nerv nicht mehr lebensfähig (d. h. hat er die Fähigkeit eingebüßt, empfangene Reize selbstthätig weiter zu führen), so findet man in ihm entweder nur noch ganz schwache elektrische Ströme, oder die ursprüngliche Stromesrichtung hat sich umgekehrt, so daß nun die Schnittfläche positiv, die Oberfläche negativ elektrisch geworden ist. Bald erlischt auch dieser Rest der früheren Lebensäußerungen. — So lange der Nerv

aber ein Theil des lebenden Körpers ist, — und unmittelbar nach dem Tode, so lange er noch in einer gewissen Lebensfähigkeit besteht, — befindet er sich nicht im Zustande vollkommener Ruhe; vielmehr durchkreuzen ihn unausgesetzt elektrische Ströme, und diese sind kräftig genug, um sich uns durch ihre Wirkungen außerhalb des Nervenrohres (durch Ablenken der Magnetnadel) kundzugeben.

Die Nervenkraft erlischt schneller in denjenigen Nerven, welche leichter erregbar sind, als in den minder erregbaren; also schneller beim warmblütigen Thiere, als beim Kaltblüter; schneller in den Nervenröhren des Gehirnes, des Rückenmarkes, des Gesichtssinnes, als in den Nerven des Rumpfes und besonders in den zu den Muskeln gehenden Bewegungsnerven.

Als Ursache der Kraftentwickelung in den Nerven vermögen wir keine andere aufzufinden, als den chemischen Umsatz der in ihnen enthaltenen Stoffe: den Stoffwechsel. Denn nur dann sind die Nerven erregbar, wenn sie eine bestimmte chemische Zusammensetzung haben; sie verlieren dieselbe aber durch anhaltende Erregung, d. h. der Nerv verändert bei seiner Thätigkeit in solchem Maße die Stoffe, aus denen er besteht, daß der vorhandene Wiederersatz nicht gleichen Schritt zu halten vermag, und daß daher schließlich die ursprünglich chemische Mischung verändert worden ist. (p.)

Der Stoffwechsel des Nerven entspricht in den Hauptsachen dem Stoffwechsel des Muskels. Der Nerv verbraucht bei seiner Thätigkeit Sauerstoff und scheidet Kohlensäure aus. (Daher vermögen wir besser und schärfer nachzudenken, wenn wir uns vorher längere Zeit in reiner, frischer Luft befunden haben, oder noch in derselben befinden.) Durch anhaltende Nerventhätigkeit und geistige Anstrengungen wird ebenso das Bedürfniß nach Speise und Trank vermehrt, wie durch Anstrengungen der Muskeln. Durch diese Uebereinstimmung des Stoffwechsels der Nerven mit dem der Muskeln gewinnen wir erst das rechte Verständniß für den Werth jener Verrichtung, durch welche das Hauptorgan unseres Nervensystems, das Gehirn, reicher als andere Körpertheile mit Blut versorgt wird; denn aus dem Blute empfangen die lebenden Organe die für ihre Verrichtungen nöthigen Stoffe und geben die für sie unbrauchbar gewordenen wiederum an das Blut zurück. Ein Zeichen dieses Verbrauches ist es z. B., wenn man in dem vom ruhenden Muskel abfließenden Blute nicht ganz zwei Drittheile so viel Kohlensäure findet, als in dem Blute, welches von dem

in Thätigkeit befindlichen Muskel in den Blutadern nach dem Herzen zurückfließt (q.). Je weniger ein Nerv reichlich mit Blut umgeben ist, um so schneller büßt er auch durch Erregungen seine Erregbarkeit ein.

Wenn nun der Nerv seine eigenthümliche Lebensthätigkeit nur mit Hülfe chemischer Umsetzungen auszuführen vermag, so müssen es auch diese letzteren sein, durch deren Hülfe die im Nerven wirksamen Kräfte frei werden. So unendlich zahlreiche Beobachtungen aber auch in der Wissenschaft wie im täglichen Leben über die Wirkungen chemischer Vorgänge gemacht worden sind und tagtäglich wiederholt werden, so kennt man doch nur drei Arten der Kraftentwicklung als Erfolg chemischer Vorgäuge: entweder 1) die in chemische Verbindung eintretenden Stoffe ändern Gestalt und Umfang; feste werden luftförmig, luftförmige werden fest u. s. w.; — oder 2) sie entwickeln Wärme und Licht, wie unsere Beleuchtungsmittel und Oefen zeigen; — oder 3) sie binden oder befreien elektrische Strömungen. Da nun bei ihrem chemischen Vorgange die Nerven weder eine Veränderung rücksichtlich ihrer Größenverhältnisse erleiden, noch auch Wärme hervorbringen, so gestatten unsere heutigen Kenntnisse und Erfahrungen „nur den Schluß, daß die Nervenkräfte keine anderen als elektrische seien". (r.)

Für jetzt erlaubt uns der Zustand unserer Erkenntniß nur diese Schlußfolgerung im Allgemeinen. Einer späteren Zeit bleibt es vorbehalten, durch neue Untersuchungsreihen und neue Hülfsmittel im Einzelnen nachzuspüren, auf welche Weise diese elektrischen Strömungen in den Nerven hervorgerufen werden, und wie sie sich zu dem verhalten, was wir im täglichen Leben als „Verrichtungen" der Nervenröhren bezeichnen: zur Aufnahme des Empfindungsreizes, — zur Abgabe des Willensanstoßes — und zu dem, was in den Haupt- und Mittelorganen des Nevensystems vor sich geht. Wir werden Fingerzeige über den Ursprung der hierbei wirkenden lebenden Kräfte bei den Muskeln geben. —

Eine Warnung für Laien erscheint angemessen: nicht weiter zu gehen in den Schlußfolgerungen, als es die wissenschaftliche Erfahrung thatsächlich gestattet. — Wir haben im Vorstehenden wiederholt der Elektricität und der elektrischen Erscheinungen in den Nerven gedacht. Niemand möge dies etwa als Beweis für das Vorhandensein dessen sich deuten, was man in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts als „thierische Elektricität", „thierischen Magnetismus" bezeichnet und mit dem sogenannten „Somnambulismus" in Verbindung gebracht

hat, oder was Gaukler jetzt als „Sensitivismus" zur Schau stellen. Zwischen Schlaf und Wachen herrscht kein strenger Gegensatz, sondern Hirnruhe und Hirnthätigkeit gehen allmälig in einander über, wie die Zustände der Schlaftrunkenheit und des Träumens beweisen. Wer an krankhafter Schläfrigkeit leidet, kann wohl im Stehen, im Sprechen, im Gehen einschlafen, kann auch, durch gleichzeitige Traumbilder angeregt, im Halbschlafe zusammengesetzte Bewegungen aller Art ausführen, auf Fragen Antworten geben, ja sogar in gewohnter Weise Etwas niederschreiben, ohne daß er von dem allem beim Erwachen eine Erinnerung besitzt. (q.) Dahin gehört der Zustand des Schlafwandelns (Somnambulismus), der zur Tageszeit ebenso häufig beobachtet wird, als des Nachts. Allein wie im Traume Niemand mehr weiß, als im Wachen, und nur Erinnerungsbilder zusammenstellt, so kann auch der Schlafwandelnde nicht in die Zukunft, noch in ferne Gegenden blicken, und seine Orakel sind Betrug entweder mit seinem Willen, oder durch den Willen der sich selbst betrügenden Zuhörer. Die Einbildungskraft vermag viel. Der geschichtlich festgestellte Vorgang von dem Zauberspiegel des Juden Leon verdient alle Aufmerksamkeit. Viele kauften diesen Spiegel für große Summen, nachdem sie bei dem Verkäufer eine Probe mit demselben gemacht hatten, und Jeder sah in dem Spiegel, was er wollte, so lange er sich für den alleinigen Besitzer des Zauberspiegels hielt. Als aber die Käufer die vielen anderen ebenso verkauften Spiegel kennen lernten und nun erkannten, daß sie Opfer ihrer Leichtgläubigkeit geworden waren, sahen sie nichts mehr. So großen Einfluß übt die Einbildungskraft. (s.)

In allen Fällen, in denen es gelungen ist, das letzte Ende einer Nervenfaser unverletzt aufzufinden und sicher nachzuweisen, endigte der Nerv in einer Anschwellung, in einer Ganglienkugel.

Solcher Anschwellungen finden sich auch mitten im Verlaufe des Nerven. Untersucht man dieselben unter dem Mikroskope, ohne durch Aufdecken eines Glasplättchens ihre Kugelgestalt zu verändern, so vermag man ihre äußere Oberfläche zu betrachten (Fig. 71, a), und sieht dann, wie das äußere Nervenrohr, die Nervenscheide, sich vom Nerv aus auf die Kugel in Form einer Erweiterung fortsetzt und beide gemeinsam umschließt. Bedeckt man dagegen die Ganglienkugel mit einem Glasplättchen, so verleiht man ihr durch den Druck desselben eine ebene Oberfläche; sie wird aus einer Kugel zu einer Scheibe umgewandelt, und

man kann nun statt der Oberfläche die mittlere Schicht, also den **Durchschnitt**, deutlich sehen (Fig. 71, b). Man erkennt dann wie die Nervenscheide ununterbrochen vom Nerv über die kugelige Anschwellung hinweggeht, und wie im Innern dieser letztern die Ganglienkugel liegt, dem Anscheine nach von dem sich um sie herum fortsetzenden Nervenmarke

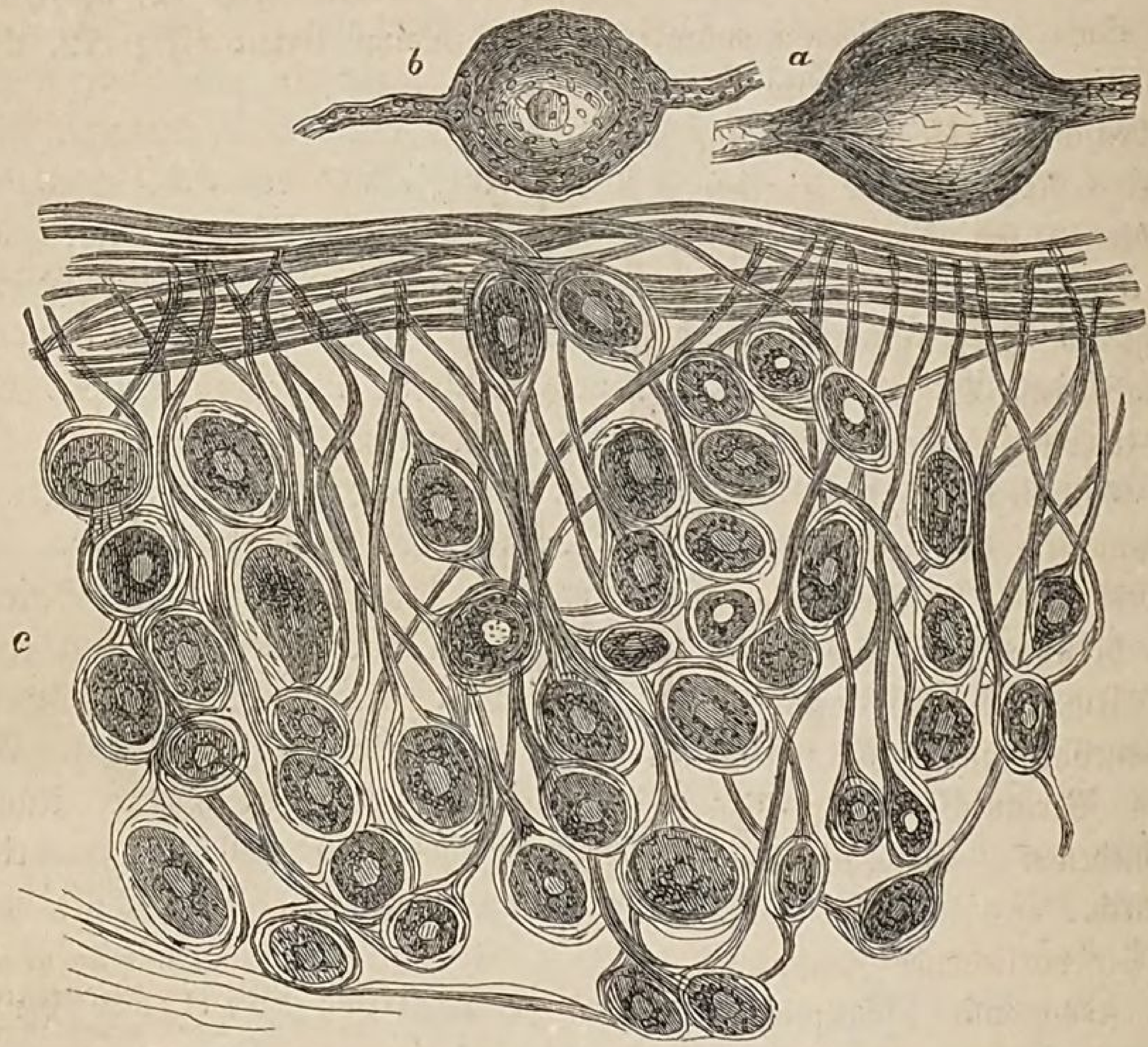


Fig. 71. Nerven mit Ganglienkugeln.

a Eine Ganglienkugel in einem Nerven, ohne Bedeckung mit einem Glasplättchen, von außen gesehen. (Vergr. 300. — Nach einem Präparate von Robin 1847 in Paris von Reclam gezeichnet.) — b Eben solche Ganglienkugeln, mittlere Schicht; von Robin gezeichnet, — c Nerven und Ganglienkugeln aus dem Durchschnitte eines Ganglion. (Vergrößerung 190. Nach Polaillon; durch salzsaures Eisenoxyd und Gallussäure blauschwarz gefärbt.)

umgeben. — Man hält diese inmitten einer Nervenfaser befindlichen Ganglienkugeln rücksichtlich ihrer Beziehung zu den Vorgängen der Nervenleitung für Hemmungsapparate. — In den meisten Ganglien findet man die Ganglienkugeln sowohl inmitten der Nerven, als auch am Ende derselben.

Es wurde bereits erwähnt, daß ein Ganglion (Nervenknoten) in der Regel aus dem Zusammentritt mehrerer Nervenstämme gebildet ist, und daß die einzelnen Nervenfasern dieser Nervenstämme im Ganglion mit zahlreichen Ganglienkugeln (Nervenzellen) in Verbindung stehen. Man vermag in günstigen Fällen unter dem Mikroskop den Verlauf der Nervenfasern zu verfolgen und sieht, daß oft drei Nerven (Fig. 72, a, b, c) mit einer einzigen Ganglienkugel in Verbindung treten (Fig. 72, d), ja daß zuweilen, wenn eine der Nervenfasern sich noch gabelig theilt, 4 Nervenröhren in einer Nervenzelle sich vereinigen (Fig. 72, d*). In anderen Fällen endigt jede Nervenfaser in eine Ganglienzelle (Fig. 72, e, e), und zuweilen wiederum scheinen die Ganglienzellen nur wie Belegmassen sich zum Nerven zu verhalten, denn sie liegen frei, berühren ihn nur äußerlich (Fig. 72, f), und die Nervenröhre schlängelt sich in ihrem Verlaufe zwischen den verschiedenen Ganglienkugeln hindurch.

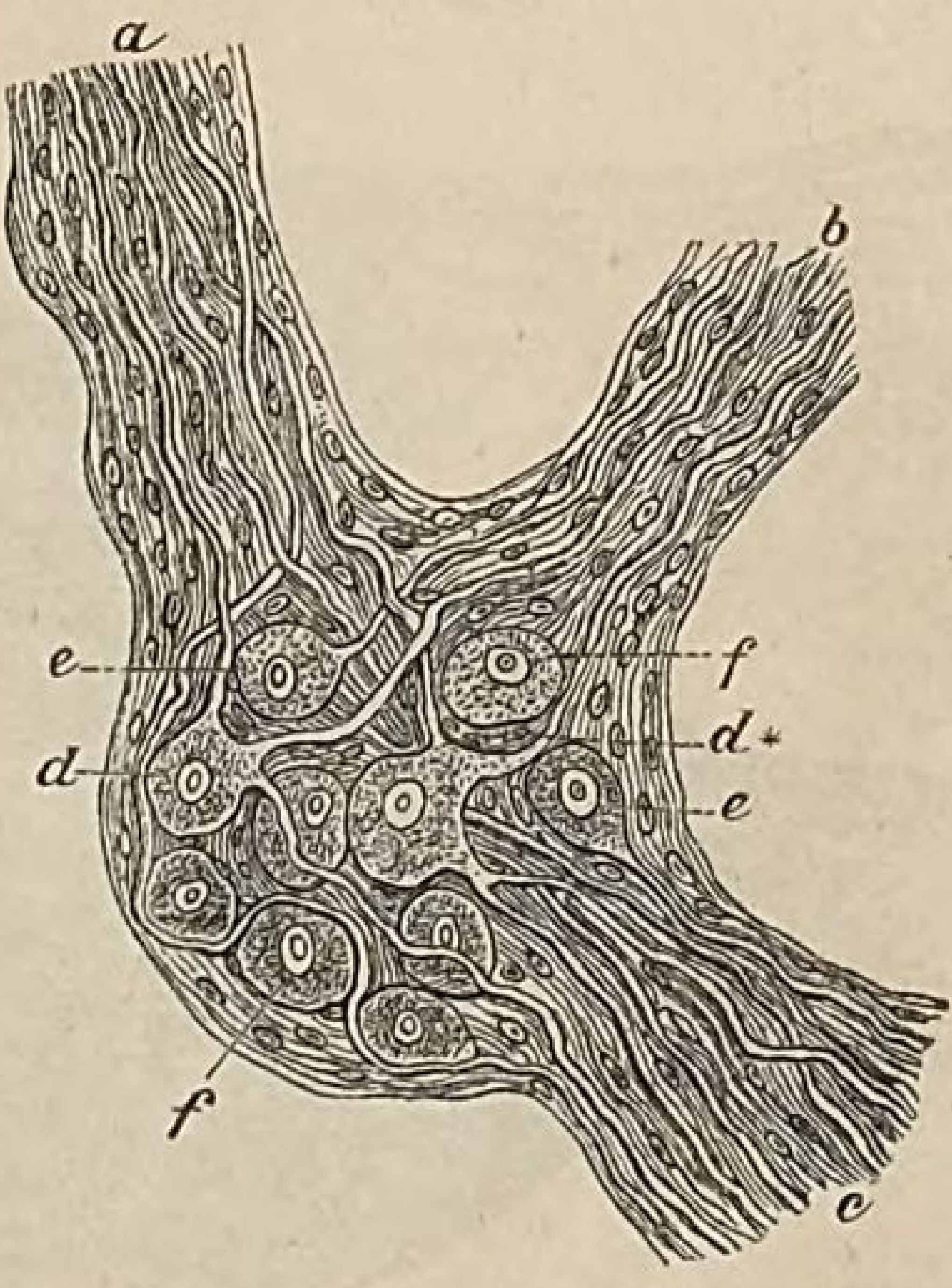


Fig. 72. Ein Ganglion (Nervenknoten) aus drei Nerven gebildet.

a, b, c die drei „Nervenstämmchen", in deren jedem man einzelne „Nervenfasern" sieht; drei Nervenfasern endigen in einer und derselben, ihnen gemeinsamen „Ganglienkugel" (Nervenzelle) d. Andere Ganglienkugeln stehen nur mit einem Nerven in Verbindung, e, oder liegen frei, f.

Die vorliegende Zeichnung faßte jedoch nur „schematisch" die aus vielen Einzelnbeobachtungen gewonnene Erkenntniß zusammen. Eine treue Abbildung nach der Natur, gewissermaßen das „Portrait" eines Ganglion, gewährt die nachstehende Abbildung. (Fig. 73.)

Das Ganglion der hintern Wurzel des Zungenfleischnerven (nervus hypoglossus*) beim Hunde eignet sich zu derartigen Untersuchungen durch seine Durchsichtigkeit, einfachen Bau und geringen Umfang. Man sieht, wie das Ganglion aus einer Masse weicher, zarter Ganglienkugeln

*) Siehe Tafel II. „Die Nerven der Zunge".

zusammengesetzt ist, wie von beiden Seiten Nervenstämme aus einzelnen Nervenfasern zusammengesetzt in das Ganglion eintreten, wie Nervenfasern in demselben mit einer Ganglienkugel endigen oder entspringen, während andere Nervenröhren quer durch das Ganglion hindurch aus einem Nervenstamme in den andern gehn. Eine durchsichtige elastische Haut umschließt das Ganze und hält es zusammen.



Fig. 73. Das Ganglion der hinteren Wurzel des Zungenfleisch-Nerven. (Vergr. 120. — Nach der Natur gezeichnet von Vulpian.)
a eintretender, b austretender Nerv.

Bei der Katze ist dieses Ganglion noch kleiner, mit bloßem Auge fast unsichtbar (Fig. 74). Die Untersuchung seiner einzelnen Theile bietet geringere Schwierigkeiten, als an anderen Nervenknoten, weil keine gemeinsame Hülle demselben eine runde Form aufnöthigt und der minder regelmäßige Bau des Ganglion es gestattet, ohne irgend eine Präparation einzelne frei liegende Nervenzellen aufzufinden und unmittelbar den Zusammenhang der Nervenröhren mit ihnen zu verfolgen. Man blickt der Natur gleichsam in die Werkstätte des Nervenlebens und erkennt mit

staunender Bewunderung, wie überraschend einfach ihre Hülfsmittel sind. Feine Röhren und kugelige Anschwellungen, etwas dunklere Zellen in diesen Anschwellungen, — das ist Alles, was man sieht in einem Nervenknoten, welcher mit vier verschiedenen Nervenstämmchen durch seine einzelnen Bestandtheile in unmittelbarer Verbindung steht, und welchen man

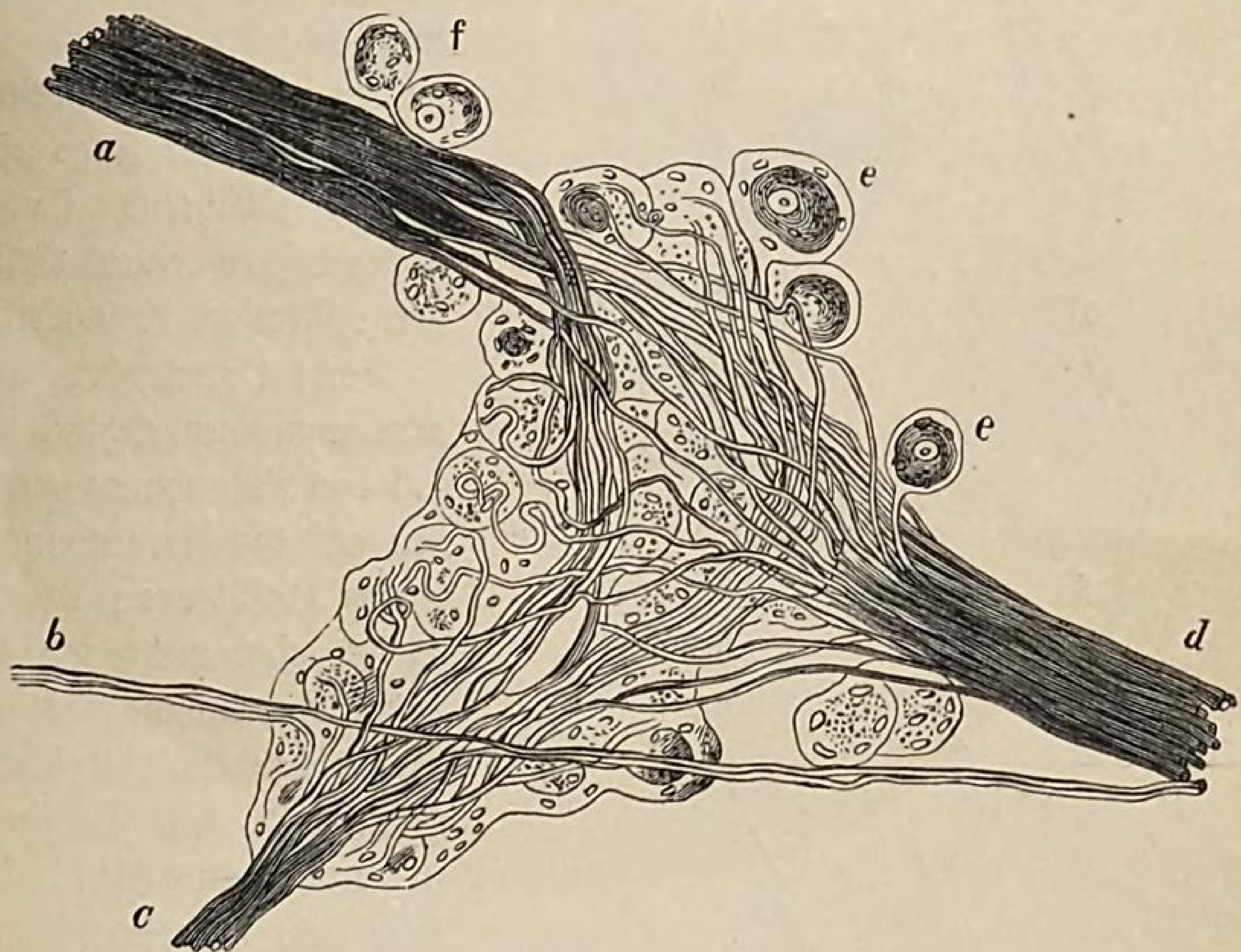


Fig. 74. Ganglion der hinteren Wurzel der Zungenfleischnerven bei der Katze.

(Vergr. 120. Gezeichnet von Vulpian.)

a Nervenast von dem „Verlängerten Marke" zum Ganglion tretend. — b Zwei Nervenfäden von einem Rückenmarksnerven. — c Nervenzweig, zur Wurzel eines Rückenmark=Nerven gehend. — d Nervenast zum Zungenfleisch=Nerven. — e, e Ganglienkugeln, von denen Nervenfasern für den Nerv d entspringen. — f. Ganglienkugeln, von denen Fasern für den Nerv c. entspringen.

daher genöthigt ist, für diese 4 Nerven als eine Art Sammelpunkt, als eine Zwischenstation, anzusehen. — So klein und zart dieses Ganglion indessen ist, so vermag man doch nicht es vollständig zu entwirren und alle einzelnen Bestandtheile desselben auf ihrem Wege zu verfolgen. Um wie viel weniger kann man zur Zeit daran denken, eine solche Aufgabe bei den viel zusammengesetzteren Organen Hirn und Rückenmark

zu lösen, welche in vielen Beziehungen ihres Baues riesengroßen Ganglien gleichen.

In ähnlicher Weise, wie in den Ganglien, endigen die Nerven in den verschiedenen Organen unseres Körpers mit einer kolbigen Anschwellung, so z. B. in der gegen Berührung und Schmerz so empfindlichen Bindehaut des Auges (Fig. 75), wo beim Menschen die Empfindungsnerven in einer Anschwellung von fast reiner Kugelgestalt enden, während sie bei Säugethieren einen verlängert eiförmigen Ansatz haben.

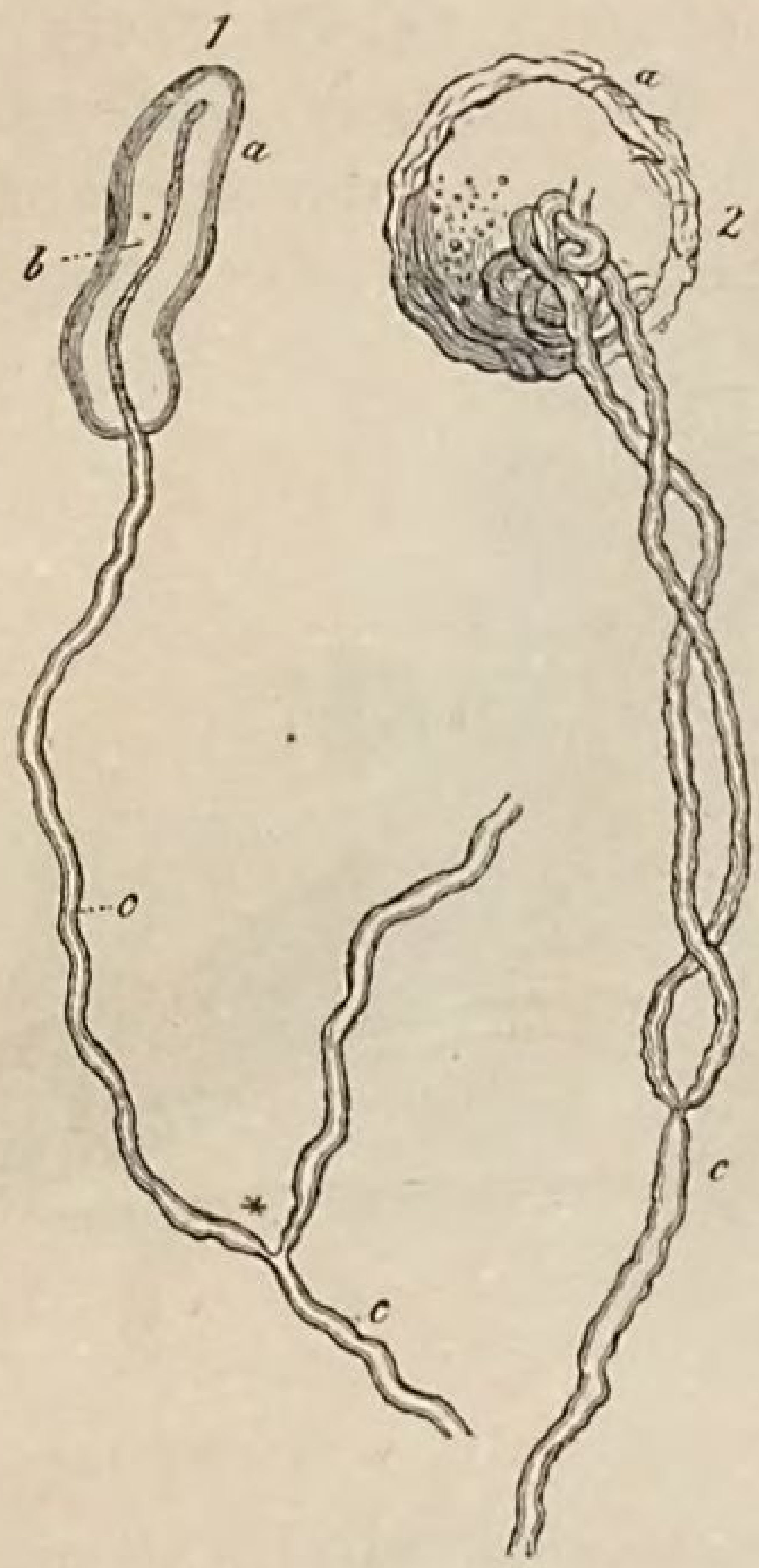


Fig. 75. „Endkolben" der Nerven in der Bindehaut des Auges, 1 beim Kalbe, 2 beim Menschen, a Kolben; in ihm b das blasse Ende des c markhaltigen Nerven, welcher bei * sich theilt.

Von entsprechender Form, aber zusammengesetzter, zeigt sich das Aufnahmeorgan für den auf den Nerven einwirkenden Gefühlsreiz da, wo es sich nicht mehr um einfache Empfindung, sondern darum handelt, die Wahrnehmungen des Tastsinnes zu vermitteln (Fig. 76). Hier sieht man den Nerven in längliche Tastkörperchen eintreten, welche sich an der innern Fläche unserer Finger, Zehen, an der Hohlhand, der Fußsohle 2c. zahlreich finden, und auf welche wir bei Besprechung des Tastsinnes ausführlicher zurückkommen werden.

In ein eigenthümlich geschichtetes eiförmiges Organ, welches zum Theil schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar ist, tritt das Ende des Nerven im Gekröse des Darmes bei Menschen und Thieren, so wie an verschiedenen Stellen der Handfläche und Fußsohle ein (Fig. 77). Man nennt diese Gebilde nach ihrem Entdecker die Vater'schen Körperchen.

Ihre Verrichtung hat sich bis jetzt nicht erforschen lassen; vielleicht stehen sie zur Wahrnehmung der Wärme und Kälte in Beziehung.

In viel höherem Grade stimmt die Endigung des Nerven in den Ganglien mit derjenigen überein, welche die Vermittelung zwischen den Bewegungsnerven und den einzelnen Muskelfasern bildet (Fig. 78). Auch hier ist es eine kugelige Anschwellung, welche aber auf der Oberfläche der einzelnen Muskelfaser sich abplattend die Benennung „Endplatte" erhält. Die Bedeutung dieser Endplatte und die Vorstellung, welche man sich nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Erkenntniß von ihrem Einfluß auf die Muskelzusammenziehung etwa bilden kann, wird uns bei den Bewegungen beschäftigen.

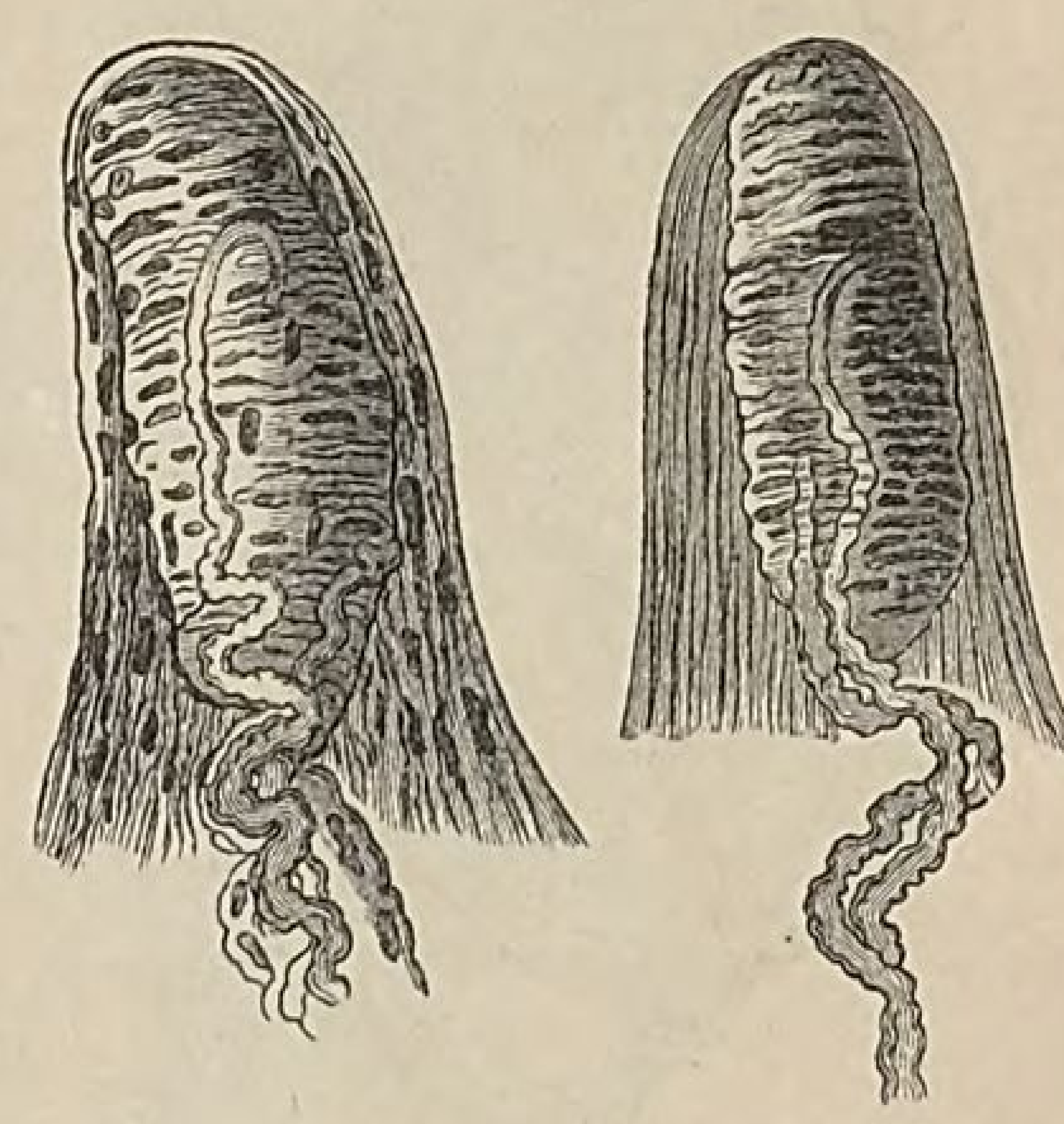


Fig. 76. Tastkörperchen des Menschen. (Aus dem Zeigefinger.)

Endlich sehen wir, daß auch im Hirn, in der für die geistigen Verrichtungen so wichtigen Hirnrinde, ähnliche Gebilde vorkommen (Fig. 79); nur scheinen die „Rindenkörperchen des Hirnes" fast noch einfachere Formen darzustellen, als die letzten Endblasen der verschiedenen Körpernerven. —

Wir wissen aus täglicher Erfahrung an uns selbst, wie **abhängig** unsere Nerven sind von äußeren Einflüssen und besonders vom Zustande der Ernährung. Wohl vermag fester Wille, Ehrgeiz, freudige Aufregung zu großen Anstrengungen anzuregen; aber andauernd wird die Anspannung der Kräfte unserer Organe nur dann ohne Nachtheil ertragen, wenn durch gehörige Zufuhr an Nährmaterial zur rechten Zeit für Wiederersatz des verbrauchten Stoffes gesorgt wird. Die freudigste Nachricht, der brennendste Ehrtrieb werden den vom anhaltenden Hunger Ermatteten nur auf Augenblicke zur Thätigkeit anregen können. Wir wissen dies durch eigene Erfahrung von Kindheit auf und wir nehmen es hin als unabänderliche Thatsache ohne Ueberraschung, meistens ohne Nachdenken, wie wir das Be-

dürfniß des Körpers nach Schlaf, das Bedürfniß der Augen nach Licht hinnehmen.

Aber es überrascht uns sehr, wenn wir erfahren, daß unsere Nerven nicht nur abhängig sind vom Stoffe, sondern daß sie auch auf denselben einen bedeutenden **Einfluß** ausüben, und zwar einen Einfluß nicht nur im Innern der Nervengebilde selbst, sondern weit über die Grenzen ihrer Form hinaus. — Wenn sich das Hühnchen im Ei entwickelt, so ist der erste Gegenstand, welchen wir von dem werdenden Thiere erblicken, die weiche Masse, welche sich später zu Hirn und Rückenmark umgestaltet. Es bilden sich also die Mittelpunkte des Nervensystems zuerst, und nur dann entwickelt sich das Thier, wenn diese Hauptorgane der Nerven vorhanden sind. Wird aber durch irgend einen ungünstigen Einfluß die Entwickelung des Nervensystems an irgend einer Stelle des Körpers unterbrochen, so bleibt an der betreffenden Stelle auch das Thier unentwickelt; wenn z. B. bei einem Kalbe in der ersten Zeit der Entwickelung die zu dem einen Beine gehenden Nerven zerstört und dadurch in ihrer Entwickelung behindert werden, so bildet sich auch das Bein nicht aus, zu welchem der Nerv gegangen sein würde, und dem im Uebrigen wohlgebildeten Thiere fehlt dann bei seiner Geburt ein Bein. — Die Nerven **beherrschen** also die leiblichen Vorgänge des thierischen Organismus in solchem Grade, daß beim Mangel ihrer Einwirkung der Aufbau des Thierleibes gehemmt wird. In gleicher Weise wird auch der Wiederersatz gehemmt.

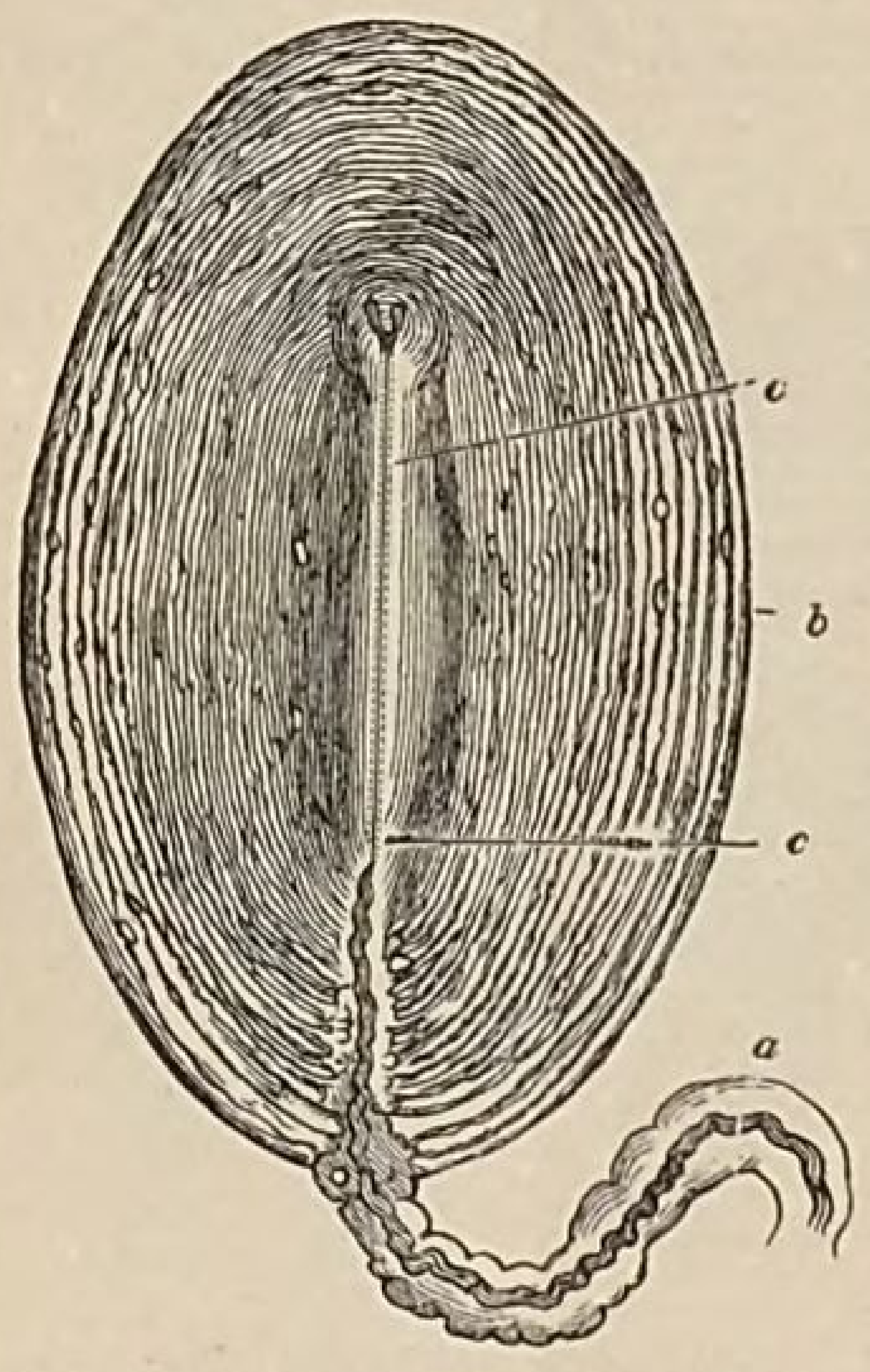


Fig. 77. Vater'sches Körperchen.
(Aus dem Gekröse des Darmes.)
a Nervenfaser; b die Kapseln, welche c den blaßrandigen Endfaden der Nervenröhre umschließen.

Wenn Kranke andauernd im Bette liegen müssen und an einer

Krankheit leiden, welche durch Veränderung der Blutmischung oder aus andern Gründen die Ernährung der Nerven beeinträchtigt, so daß in Folge dessen die Nerven ihre Verrichtungen nicht gehörig ausführen können, dann werden die Kranken an denjenigen Körperstellen, mit welchen sie dem Bette aufliegen, anfangs wund, und allmälig erhalten sie daselbst offene, schließlich in Brand übergehende Geschwüre; sie

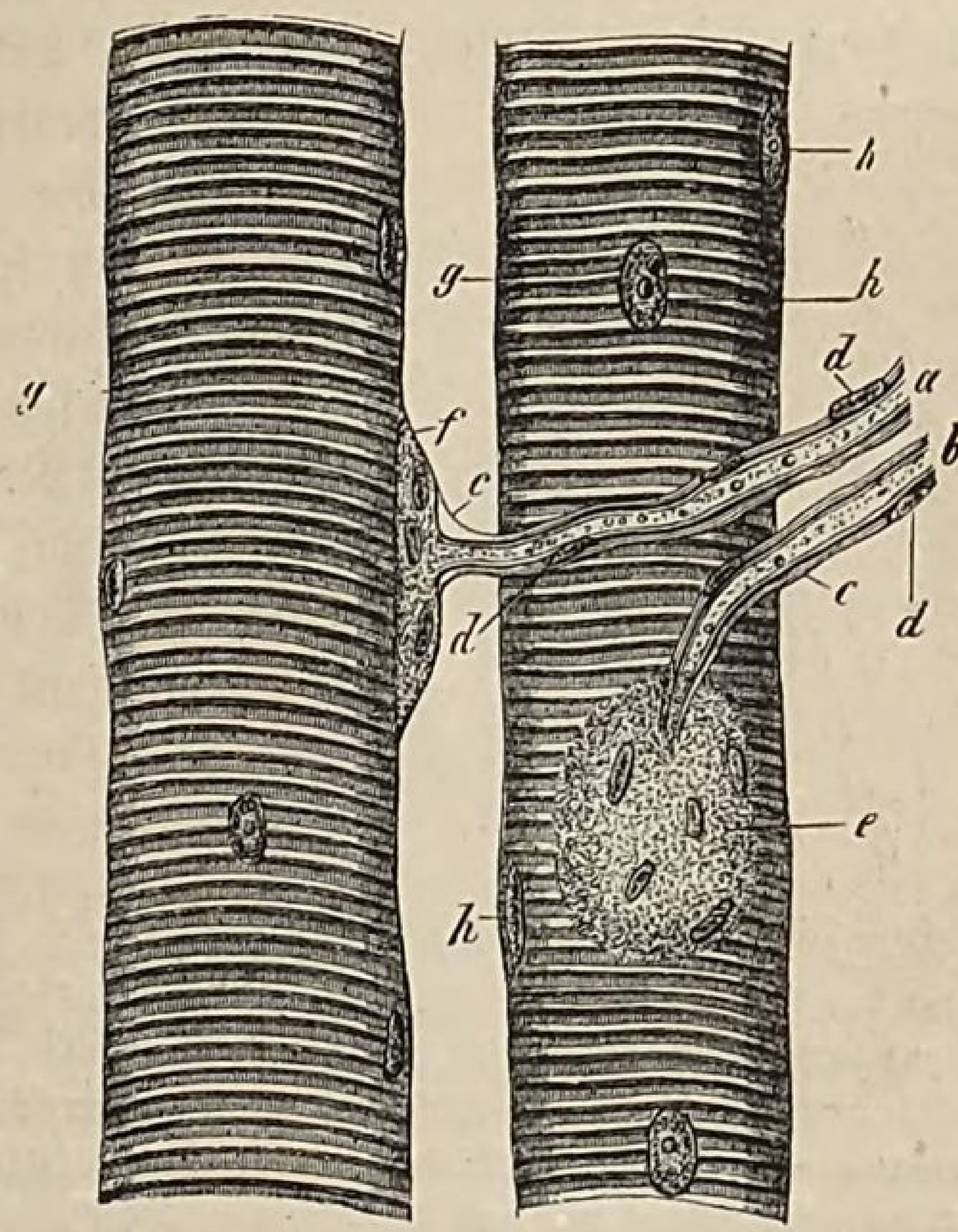


Fig. 78. Endigung der Bewegungs-Nerven auf Muskelfäden.

a, b Nervenfasern; — c Nerven-Scheide mit d Kernen. — e, f „Endplatten". — g Muskelfaser-Scheide mit h Kernen.

„liegen sich durch", wie man zu sagen pflegt. Der Vorgang ist folgender. An jenen Körperstellen wird durch den Druck des aufliegenden Körpers die Haut abgenutzt, wird also dünner; da aber wegen ungenügender Nerveneinwirkung nicht wieder gehöriger Ersatz stattfindet, so wird die Haut allmälig verbraucht und wird durchgescheuert, wie man einen Handschuh oder ein anderes Kleidungsstück allmälig aufträgt und

durchscheuert. Es tritt also dasjenige ein, was wir bereits (S. 3) als ein Zeichen des mangelnden Wiederersatzes, also des mangelnden Stoffwechsels bezeichnet haben. — Die Nerven regeln die Vorgänge des Stoffwechsels. —

Für alle Absonderungen und für alle Vorgänge des Stoffumsatzes, welche binnen kurzer Zeit einer erheblichen Steigerung bedürfen, scheint die von den Nerven ausgehende Anregung unerläßlich zu sein. Diese Anregung kann durch Vorstellungen veranlaßt werden. Wer wüßte nicht, daß es genügt, sich die Geschmacksempfindung solcher Speisen vorzustellen,

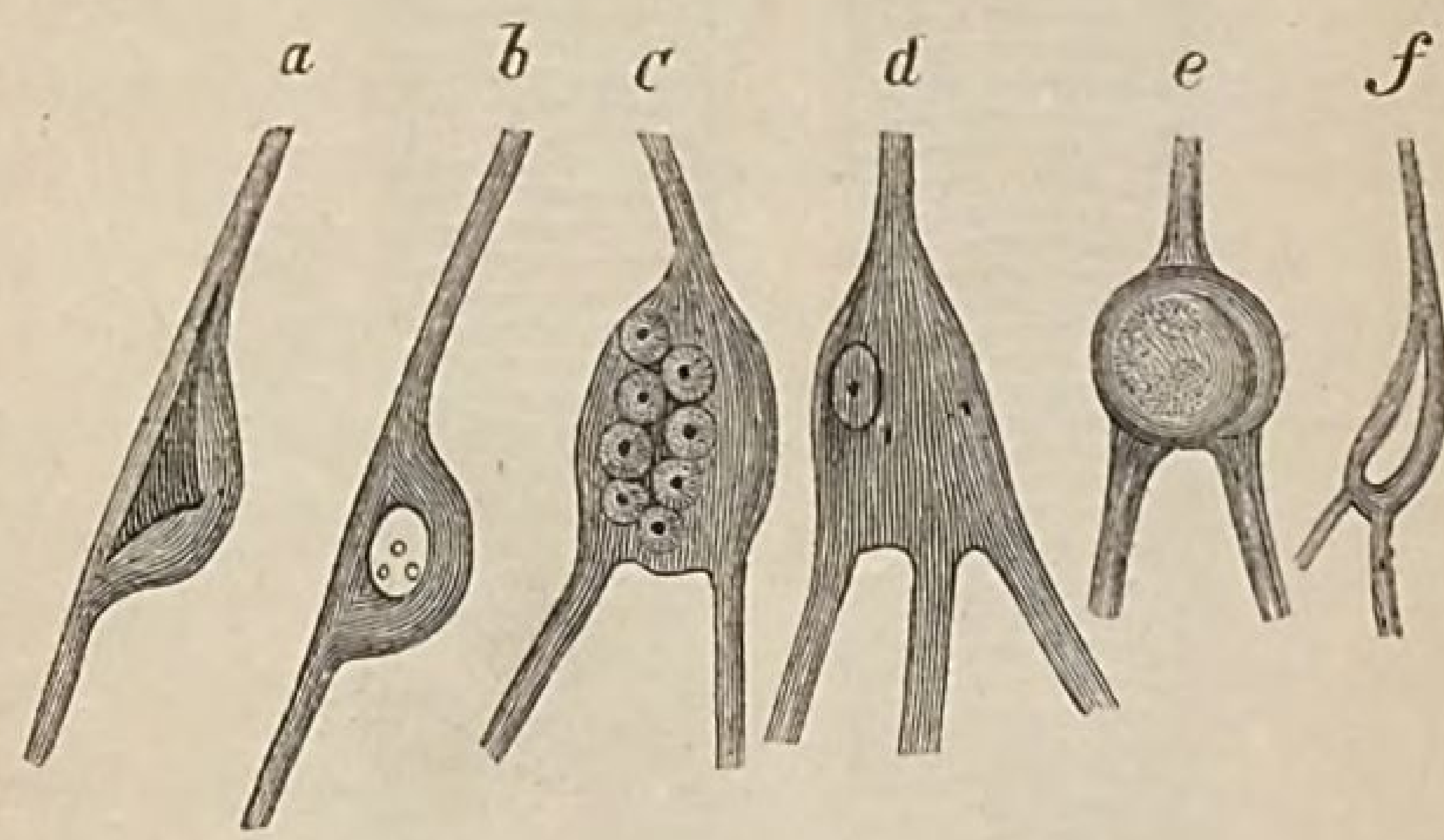


Fig. 79. Nervenkörperchen der Hirnrinde.

a Typischer Rindenkörper aus dem Hirne eines Irrsinnigen. — b Rindenkörper mit aufgeblähtem, blasenförmigem Kern, aus dem wassersüchtigen Gehirne eines Blödsinnigen; — c Rindenkörper mit 8 Theilungskernen von demselben Gehirn. — d Wassersüchtig vergrößerter Nervenkörper aus dem Gehirne eines Blödsinnigen. — e Verhärteter Rindenkörper aus dem Gehirne eines gelähmten Blödsinnigen. — f Verödeter Hirnkörper aus dem im Schwinden begriffenen Gehirne eines blödsinnigen Kindes von 15 Jahren. (Nach Meynert.)

bei deren Genuß die Speichelabsonderung vermehrt wird (z. B. eingesalzener Fische, des Salats, einer Citronenscheibe), um sofort die Absonderungen unserer Speicheldrüsen fließen zu machen? Einem Pferde wurde der Ausführungsgang einer Speicheldrüse aufgeschnitten und eine kleine Röhre in denselben eingesetzt, um Speichel zum Zwecke chemischer Untersuchung aufzufangen. Als man dem Thiere frisches, duftiges Heu vorhielt, spritzte, durch die Vorstellung der Geschmacksempfindung angeregt, der Speichel in weitem Strahle hervor. Entsprechendes kann man sogar nach dem Tode beobachten. Man weiß seit 1851, daß selbst kurze

Zeit nach dem Tode Reizung des durchschnittenen, zu den Speicheldrüsen gehenden Nerven sofort Absonderung des Speichels hervorruft, und zwar besteht diese Absonderung nicht in einzelnen Tröpfchen, sondern in erheblichen Mengen. (t.)

Was hier für die Absonderung einer einzelnen Drüse in glänzender Weise bewiesen wurde, das hat nicht nur seine Wiederholung an anderen drüsenartigen Organen gefunden, sondern das ist ein Beispiel für die Einwirkung des Nerven auf den Stoff im Allgemeinen; denn nicht nur bei der Absonderung bestimmter Flüssigkeiten wird durch Einfluß der Nerven und ihrer Kräfte der Stoff, aus welchem unser Körper besteht, bewegt, chemisch verändert, sondern Gleiches findet auch statt (wie wir später bei den Muskelbewegungen genauer verfolgen werden) bei der Zusammenziehung jeder einzelnen Muskelfaser, ja selbst bei der Wahrnehmung eines Gefühls, einer Sinnesempfindung. Es geht hieraus hervor, daß die Nerven den Stoffwechsel nicht nur regeln, sondern daß sie ihn auch anregen. — Mit dem Stoffwechsel steht der Nerv in Wechselwirkung, und eben so sehr ist er von demselben abhängig, als er ihn beherrscht. —

Einer der Nerven, welcher vorzugsweise in vielfacher Beziehung zu den Vorgängen des Stoffwechsels steht, ist der sympathische Nerv (nervus sympathicus). Derselbe ist eigentlich kein einzelner Nerv, sondern mehr noch ein „Nervensystem“ zu nennen.

Wir haben bereits darauf aufmerksam gemacht, daß Menschen und Wirbelthiere inmitten ihres Leibes gleichsam einen zweiten trügen. Der denkende, nach freier Wahl sich bewegende Mensch umschließt in seinem Rumpf innere Organe, welche unter einander wie ein künstlicher Organismus verbunden sind; ohne unser Zuthun, ohne Einfluß unseres Willens, ja ohne daß es zur Kenntniß unseres Bewußtseins gelangt, bewegen sich Herz, Athemorgane, Verdauungswerkzeuge. Die letzteren namentlich sind unter einander verkettet durch regelmäßige Thätigkeit. Nachdem wir Speise gekaut und hinabgeschluckt haben, ist sie unserer Willkür entzogen. Im Magen angelangt, durchtränkt sie der von den Magendrüsen abgesonderte Magensaft.

Der „Magen“ bewegt sich und sorgt dadurch für gleichmäßige Verdauung seines Inhalts; er schafft die Speise, sobald sie gehörig verarbeitet ist, in den Zwölffingerdarm“; dort ergießt sich von der „Leber“ berei-

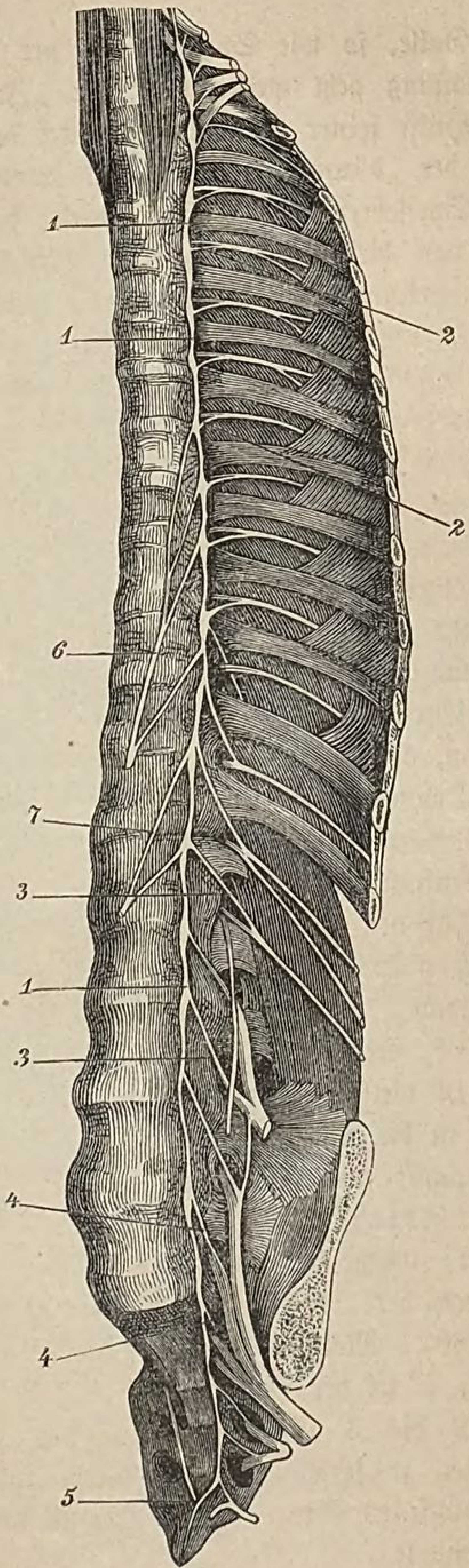
tete Galle, so wie Speichel aus der „Pankreasdrüse", zu ihr, und die Verdauung geht weiter fort; der „Zwölffingerdarm" schafft die Speise mit Hülfe seiner Bewegungen durch das vielfach sich schlängelnde Darmrohr der „dünnen Därme", und immer übergibt ein Stück des Darmes den Speisebrei dem nächsten Stücke, bis er in den „Blinddarm" gelangt und von diesem durch dieselben Mittel wieder weiter aufwärts nach dem „Quergrimmdarm" bewegt wird, welcher ihn schließlich wieder abwärts und in den „Mastdarm" befördert; während dieser langen Reise, welche das Genossene in unserm Körper macht, werden die flüssigen Theile des Speisebreies aufgesogen und in das Blut übergeführt; es wird wieder wässerige Flüssigkeit zur Verdünnung des Breies abgesondert, und abermals wird das Gelöste aufgesogen; ein Theil der in das Blut übergegangenen Stoffe wird von der „Niere" dem Blute entnommen, als Harn abgesondert, durch besondere Harnleiter in die „Harnblase" geschafft und von ihr entleert; der Speisebrei erleidet seine Umänderung während der Verdauung, und die schließlich entleerten unverdaulichen Reste haben keine Aehnlichkeit mehr mit dem Genossenen. — Alles dies geschieht ohne unser Zuthun, ohne unser Wissen, ohne daß wir es empfinden.

Dennoch werden auch diese so vielfach zusammengesetzten Vorgänge der Verdauungsthätigkeit durch Nerveneinfluß geregelt, und zwar durch den Einfluß des *sympathischen Nerven*.

Für den sympathischen Nerven ist kein eigentlicher Mittelpunkt anatomisch nachweisbar. Wir finden ihn nicht unter der Zahl jener Nervenstämme, welche am Gehirn auf dessen unterer Seite entspringen (Fig. 68, Seite 124), und dennoch steht er mit dem Gehirn und Rückenmark in vielfacher unmittelbarer Verbindung. Am meisten durch seine Form in die Augen fallend, und deshalb vielfach früher als eigentlicher Mittelpunkt und Haupttheil des Sympathicus betrachtet, ist der sogenannte *Grenzstrang* des Sympathicus, aus zwei großen Ganglienketten gebildet, welche zu beiden Seiten der Wirbelsäule dicht vor den Querfortsätzen der Brustwirbel und zur Seite der Lendenwirbelkörper liegen (Fig. 80). Meistens besteht derselbe aus 12 Ganglien in der Rückengegend, 5 in der Lendengegend und 6 für die Gegend des Kreuzbeines, nebst 2 bis 3 für die Gegend des Halses. Diese 25 grauröthlichen Ganglien zu jeder Seite der Wirbelsäule bilden dem Anscheine nach ein festgeschlossenes Ganze, stehen aber in unmittelbarer Verbindung mit dem Rückenmarke.

Fig. 80. „Grenzstrang" des Nerven „Sympathicus."

Man sieht die Wirbelsäule (von vorn und links) nebst einem Theil der daran befindlichen (abgeschnittenen) Rippen; vor der Wirbelsäule liegt 1, 1, 1 die linke Hälfte des „Grenzstranges", — von welchem 2, 2 Aeste mit den aus der vorderen Rücken-marks-Wurzel (Fig. 66, 1) entspringenden Nerven in Verbindung treten. Andere Aeste 3, 3, gehen zu den Lenden-Nerven und 4, 4, den Kreuzbein-Nerven. Unten am Steißbein vereinigen sich die Grenzstränge beider Seiten zu 5 einem kleinen, länglichen Nervenknoten. Nach vorn gehen 6 der große und 7 der kleine Eingeweide-Nerv ab.



Alle vorderen Zweige der Rückenmarksnerven senden zu den Ganglien des Sympathicus je einen Nervenzweig und geben außerdem noch Fäden zu dem darüber befindlichen Ganglion, so daß jeder Rückenmarksnerv in Verbindung mit zwei Ganglien des Sympathicus steht. Diese Zweige und die Nerven, welche oben aus dem Gehirn (dem Verlaufe der aus der Schädelhöhle tretenden Carotis- und der Wirbel-Pulsader folgend) zum Sympathicus sich erstrecken, bilden dessen Wurzeln. Von dem Grenzstrange gehen Nerven aus, wie vom Mittelpunkt eines Nervensystems, also ähnlich wie von Hirn und Rückenmark. So entspringt in der Brustgegend aus dem Grenzstrange (Fig. 80, 1 und Fig. 81, 4) mit mehreren Wurzeln der große Eingeweidenerv (Fig. 80, 6 und Fig. 81, 5), welcher das Zwerchfell durchbohrt und dann sich etwas abplattet und an das große halbmondförmige Ganglion tritt (Fig. 81, 6). Der große Eingeweidenerv empfängt seine Wurzeln in der Regel aus dem 6., 7., 8. und 9. Brustganglion; der kleine Eingeweidenerv (Fig. 80, 7 und Fig. 81, 8) nimmt seine Wurzeln aus dem 10., 11. und 12. Brustganglion; auch dieser tritt durch das Zwerchfell und theilt sich in der Bauchhöhle in drei Zweige, deren einer mit dem großen Eingeweidenerven sich verbindet, während der andere zu den Ganglien des sogenannten Sonnengeflechtes geht, und der dritte das Nervengeflecht für die Niere (Fig. 81, 9) bilden hilft.

Diese beiden Gruppen von Ganglien und Nervengeflechten, welche vom rechten und linken Grenzstrange des Sympathicus ausgehen, bilden für die Organe der Unterleibshöhle die Mittelpunkte des unserem Willenseinfluß entzogenen Nervensystems. Sie sind aber auch von den Grenzsträngen des Sympathicus ziemlich unabhängig, denn man hat bei lebenden Thieren große Stücke dieses Grenzstranges ausgeschnitten, und die Thiere haben noch 6 bis 8 Wochen ohne wesentliche Beeinträchtigung ihrer Verrichtungen leben können. Auch von Gehirn und Rückenmark sind die vom Sympathicus mit Nerven versorgten Theile in gewissem Grade unabhängig; die Gedärme z. B. bewegen sich nach dem Tode noch längere Zeit, zuweilen sogar stundenlang, und können durch Reize zu neuen Bewegungen angeregt werden, — während dagegen die von

---

(Zu S. 181.)

die Vereinigung großer Ganglien Nervengeflechte ab: 9 für die Nieren, — 10 für Gekröse und Darm, — 11 für die Milz, — 12 für den Magen. Diese Geflechte umschlingen und begleiten die zu den betreffenden Organen gehenden Pulsadern.

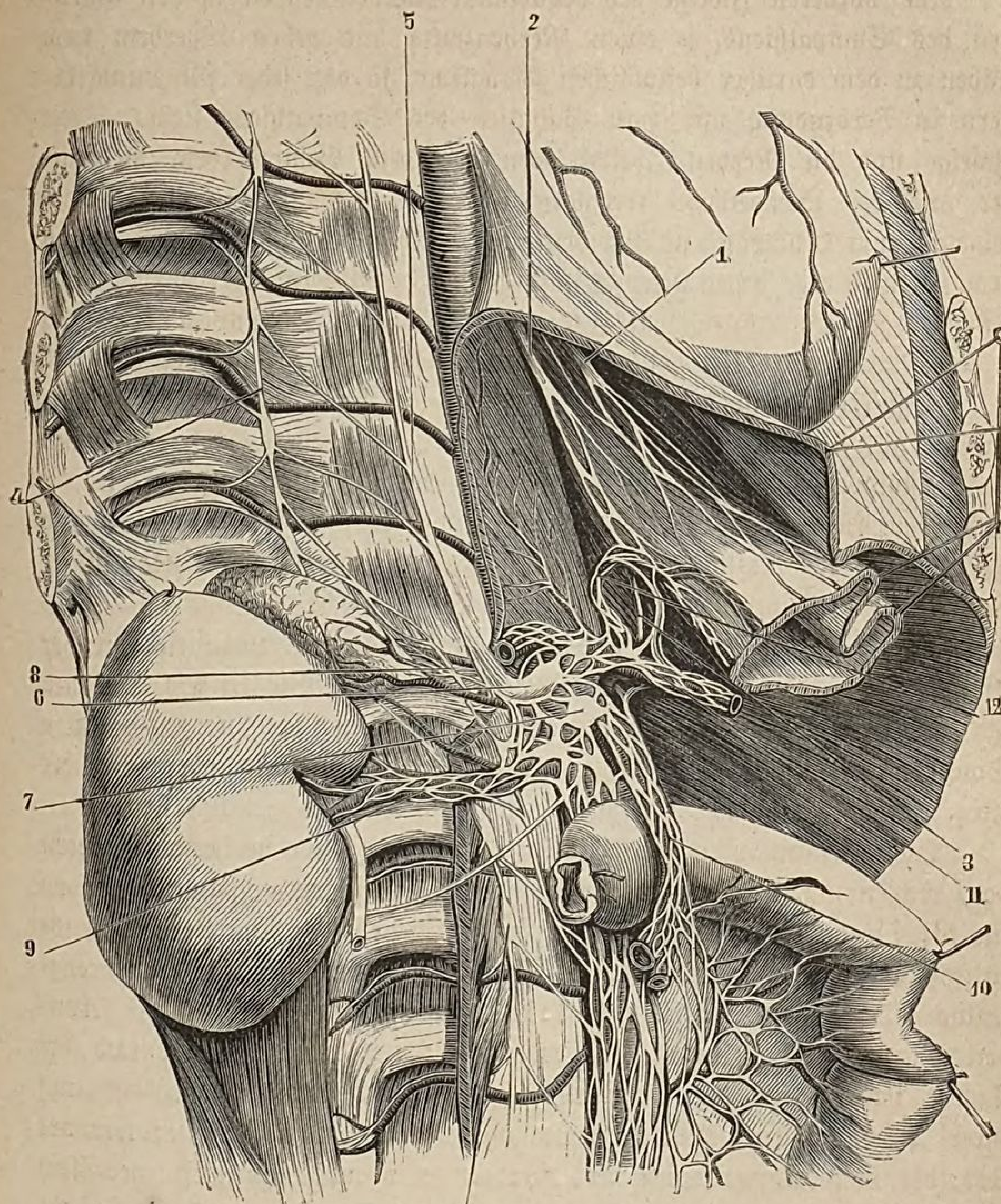


Fig. 81. Der „Sympathicus" in der Bauchhöhle.
(Sonnengeflecht und halbmondförmiges Ganglion.)

1 linker und 2 rechter „Lungen-Magen-Nerv" auf der Speiseröhre und einem Theile des (abgeschnittenen) Magens, unterhalb des Zwerchfells, von welchem Nerven 3 ein Zweig zu 6 dem „halbmondförmigen Ganglion" der rechten Seite tritt. Dieser macht mit den andern Ganglien 7 das „Sonnengeflecht", in welches die aus 4, 4, dem „Grenzstrange" des Sympathicus entspringenden Nerven: 5 der große Eingeweidenerv und 8 der kleine Eingeweidenerv übergehen; dann gibt

Gehirn und Rückenmark unmittelbar mit Nerven versorgten Muskeln nach dem Tode bewegungslos verharren. Dennoch sind die großen Nervenmittelpunkte auf das System des Sympathicus nicht ohne Einfluß; Lähmung des Rückenmarks am lebenden Menschen oder Thiere zieht fast immer geringe Bewegung, ja oft Lähmung des Darmes nach sich.

Die Nervenröhren des Sympathicus üben die nämlichen drei eigenartigen Verrichtungen aus, welche wir von den Nervenröhren des Rückenmarkes kennen: sie veranlassen selbstständig Bewegungen (und zwar nicht nur Zusammenziehung, sondern vielleicht auch Erschlaffung) in Muskelfasern, — sie nehmen Empfindungs-Reize auf, übertragen sie durch Reflex auf Bewegungsorgane, — sie regeln und beherrschen Absonderung und Stoffwechsel. Aber die Erregbarkeit der sympathischen Nerven zeigt sich in anderer, eigenthümlicher Weise; sie bedarf größerer Zeit: beginnt später nach der Reizung, dauert länger, veranlaßt andauernde und in regelmäßiger Reihenfolge sich ablösende Bewegungen.

Bei allen diesen Verrichtungen bewahrt der Sympathicus eine gewisse Selbstständigkeit. — Wir haben für gewöhnlich in den Organen, zu welchen seine Nerven sich erstrecken, keine Empfindung. Dies ist der regelmäßige, der „gesunde" Zustand. Wenn wir aber Gefühlsempfindungen aus ihnen erhalten, so sind dieselben ziemlich heftig, wie z. B. die Empfindung der gefüllten Harnblase, welche zum Entleeren derselben treibt, — oder das Gefühl der Colikschmerzen, wenn der mit Luft gefüllte Darm sich heftig zusammenzieht. — An Vorgängen der Nervenleitung im Hirn zeigt der sympathische Nerv in so fern eine gewisse Theilnahme, als durch leidenschaftliche Aufregung (Angst, Schrecken, Zorn, Liebe u. s. w.) bestimmte Bewegungsapparate, zu deren Nervenfasern der Sympathicus geht, angeregt werden. — Unser Willenseinfluß erleidet Hemmung durch die Ganglienkette; wir vermögen nicht mehr unmittelbar, sondern nur mittelbar auf jene Theile zu wirken: indem wir durch geeignete Einflüsse einen andern Zustand in den Organen herbeiführen. Sie besitzen gleichsam einen eigenen, unbewußten Willen, ein eigenes Gehirn (wenn man es so nennen dürfte) in ihren zahlreichen unter sich verbundenen Ganglien, deren Einfluß man sich am besten wird vorstellen können als einen ähnlichen, wie ihn das Rückenmark des schlafenden Menschen oder des eben erst getödteten Thieres auszuüben pflegt: Reize in den Organen rufen Reflexbewegungen hervor.

Es ist also eine Art Mechanismus, bei welchem jedoch lebende Organe und Nerven die Bestandtheile der Maschine bilden. — Eben solches Bild des Mechanismus zeigen auch die Bewegungen aller dieser Organe. Nicht unregelmäßig, nach Willkür und dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechend abgeändert, wie Hand und Finger, bewegen sich mit Hülfe des Sympathicus der Darm und die Ausführungsgänge der Drüsen, sondern ihre zu verschiedenen Zeiten durch verschiedene Anlässe hervorgerufenen Bewegungen haben immer eine gemeinsame Uebereinstimmung (gemeinsamen Typus). Wie eine Welle, so gleitet die Zusammenziehung der Fasern das Darmrohr entlang, und jedesmal finden die Bewegungen in dieser Weise und in keiner andern statt. Man kann nach Beginn derselben mit Sicherheit vorhersagen, was geschehen wird. Es unterscheiden sich also diese unwillkürlichen Bewegungen der menschlichen Organe von den willkürlichen in ähnlicher Weise, wie die Bewegungen der Pflanzen von den willkürlichen Bewegungen am thierischen Körper (vgl. S. 137). — Einen andern wichtigen Einfluß auf unser Wohlsein üben zum Sympathicus gehörende und selbstständige Nerven aus, welche die Blutgefäße begleiten, wie sich später bei Besprechung des Blutumlaufs ergeben wird.

Der „Sympathicus" theilt seinen Einfluß auf die innern Organe des Menschenleibes mit dem „Lungenmagennerven", auch herumschweifender Nerv, vagirender Nerv (nervus vagus) genannt.

Der Lungenmagennerv steht in innigeren Beziehungen zum Gehirn, als der sympathische Nerv; er wurzelt im Gehirn und entspringt aus diesem und dem verlängerten Marke als das „10. Hirnnervenpaar" (S. 124, Fig. 68, 10) mit 12 bis 16 Wurzelfäden, welche zu einem gemeinsamen plattgedrückten Nervenstämmchen zusammentreten. Doch schon indem er den Schädel verläßt, gewinnt er, ein Ganglion bildend, größere Selbstständigkeit, giebt Fäden an den Gesichtsnerven und hinter das Ohr, — steigt den Hals hinab und schwillt abermals an durch Aufnahme einer grauröthlichen Ganglienmasse zwischen seinen Fasern (Fig. 82, 1), giebt Fäden zu Schlund und Kehlkopf, namentlich aber spaltet er einen Zweig ab (Fig. 82, 3), welcher zum Herzen geht, mit 4 Zweigen auf der rechten und 2 auf der linken Seite, um in der Nähe der großen vom Herzen abgehenden Blutgefäße das „Nervengeflecht des Herzens" (plexus cardiacus, Fig. 82, 10) zu bilden. — Der Hauptstamm des Vagus giebt dicht neben diesem Nervengeflechte einen Nerven-

stamm ab (Fig. 82, 2), welcher, unter der großen Pulsader, aorta, sich herumschlängelnd, links hinter ihrem Bogen an der Luftröhre in die Höhe steigt (Fig. 82, 2, 2) und theils Zweige zu den Halsganglien (Fig. 80, 5) abgibt, theils namentlich die Luftröhre auf beiden Seiten, sowie die rechte und linke Lunge und die Speiseröhre mit Nerven versorgt. Das Ende des Vagus steigt an der Speiseröhre zum Magen herab, bildet auf Speiseröhre und Magen ein dichtes, mit ganglienartigen Anschwellungen versehenes Nervengeflecht und erwirbt hierdurch dem Nerven die Benennung des „Lungen-Magen-Nerven", während er wegen seines von der gewöhnlichen Bahn abweichenden und wiederum an der Luftröhre emporsteigenden Zweiges den Namen des „vagirenden", „herumschweifenden" Nerven erhalten hat.

Die Verrichtungen dieses Nerven ergeben sich zum Theil schon aus der Betrachtung seines anatomischen Verlaufes. Er steht zu den Lebensverrichtungen derjenigen Körpertheile in Beziehung, in welchen seine Zweige enden, — also zu Gehörorgan, Schlund, Kehlkopf, Lungen, Herz, Magen. Bei Betrachtung der Thätigkeit dieser Organe wird sich der Antheil ergeben, den der Vagus, neben anderen Nerven, an ihren Verrichtungen hat.

Auch der „Vagus" ist, wie der „Sympathicus", im Allgemeinen unserem Bewußtsein und unserer Willkür entzogen. Dies

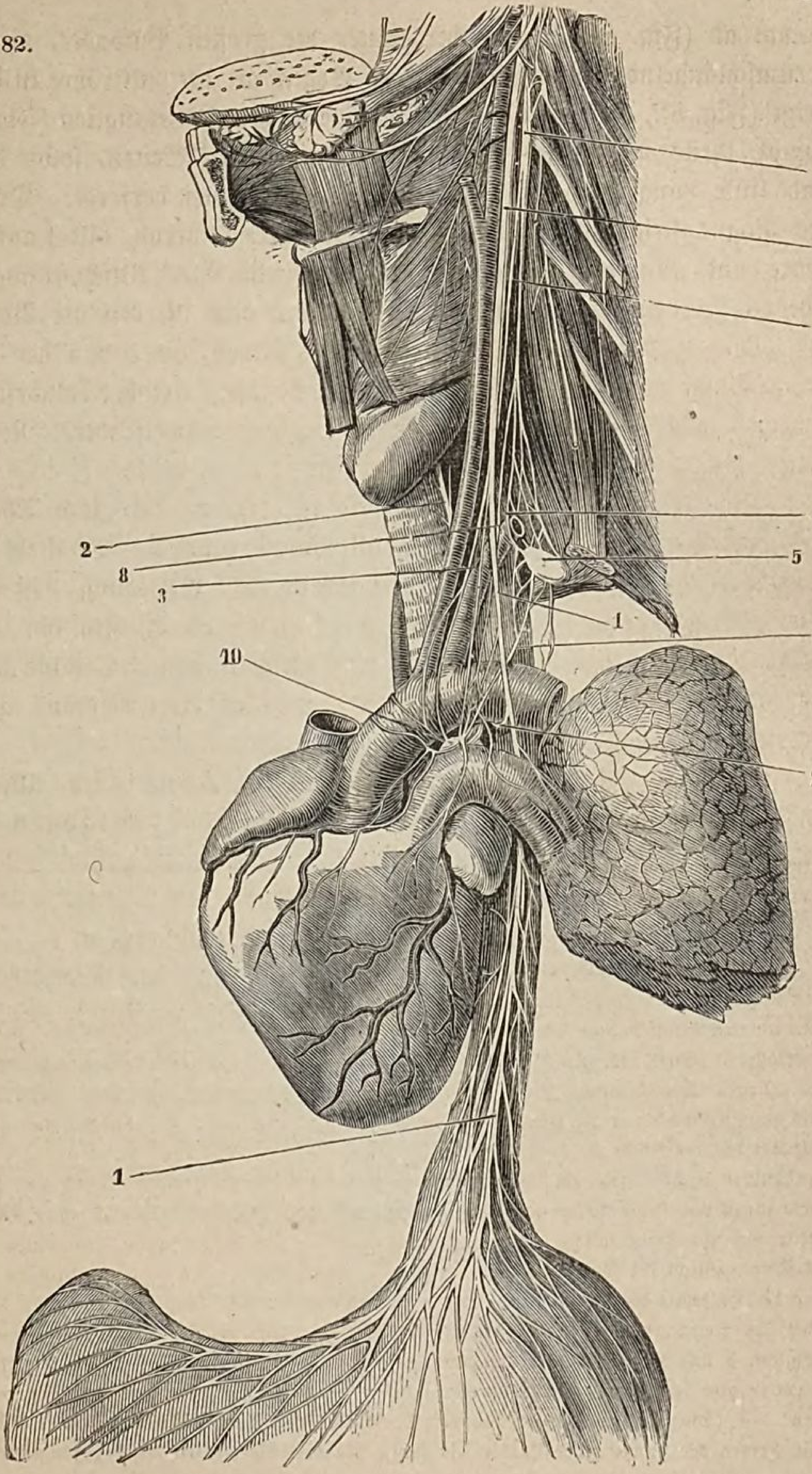
---

(Zu Seite 185.)

Fig. 82. Der Lungen-Magen-Nerv (Vagus) der linken Seite.
(Der „Sympathicus" am Halse, — und das „Nervengeflecht" des Herzens.)

Man sieht oben die „Zunge" mit den beiden [unter ihr befindlichen Speicheldrüsen, der durchschnittenen unteren Kinnlade und den unteren Schneidezähnen; weiter unten „Zungenbein", ein Stück der „Luftröhre", „Herz", ein Stück der linken „Lunge", und zwischen beiden letzteren die „Speiseröhre" zum „Magen" herabsteigend. An diesen Theilen verläuft 1, 1, 1 der „Vagus". Derselbe liegt am Halse unmittelbar hinter der Carotis-Pulsader, welche in der Nähe des Herzens aus der größten Pulsader unseres Körpers, der „Aorta" entspringt. (In der Abbildung ist sie nahe an der Lunge abgeschnitten.) Hier geht ein Ast des Vagus: 2 der „rücklaufende Nerv" hinter den Bogen der Aorta zurück und steigt wieder nach oben zwischen Luftröhre und Speiseröhre 2, wo er Kehlkopf und Speiseröhre mit Nervenfasern versorgt. Der Hauptstamm des Vagus steigt nach unten und bildet das Nervengeflecht für Speiseröhre und Magen. — Nach hinten vom „Vagus" liegt in der Abbildung der Halstheil des „Sympathicus"; er bildet ein großes, längliches Ganglion 4. Ein Ast bildet ein Nervengeflecht (welches die Schlüsselbein-Pulsader umgibt), geht zum unteren Hals-Ganglion 5 und von diesem als „unterer" Nerv 9 zum Herz-Geflecht und dessen Ganglion 10; — ebendahin geht der „obere" Ast 7 und der „mittlere" 8, — sowie 3 ein Zweig des „Lungen-Magen-Nerv". — (Die oben zur Zunge und den Speicheldrüsen gehenden Nerven sind die auf der Tafel „Die Nerven der Zunge" abgebildeten: ein Zweig des dreiästigen Nerv und der Zungenfleisch-Nerv.)

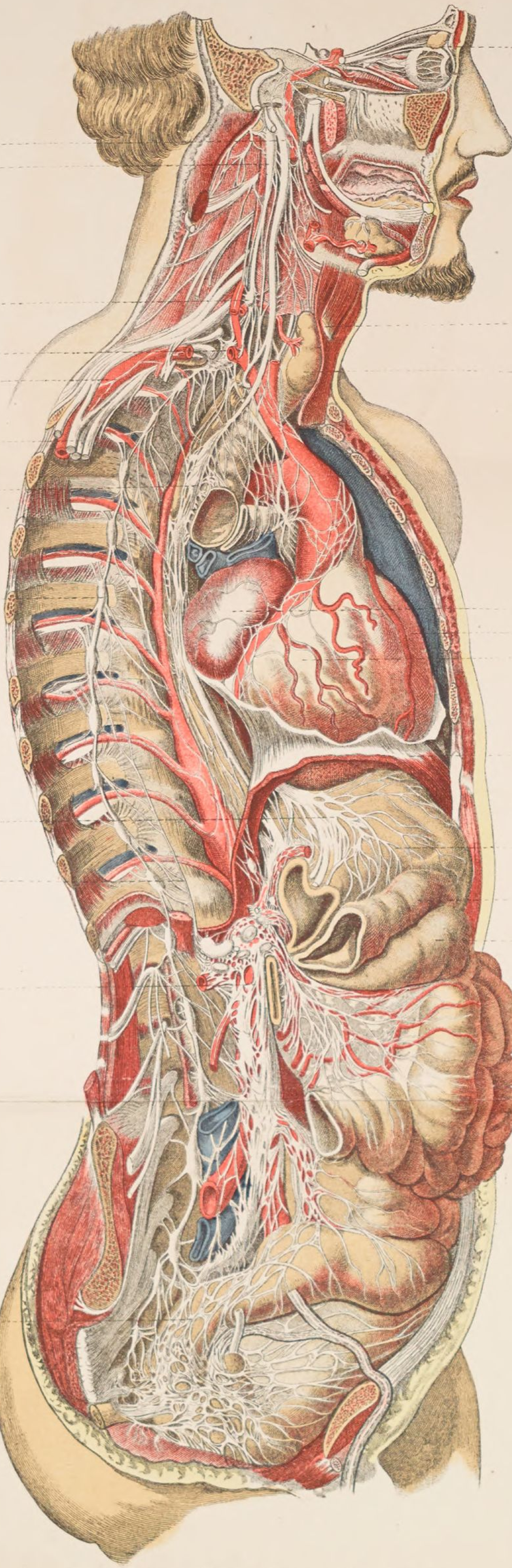
Fig. 82.



gilt jedoch nicht von allen Theilen, welche durch beide mit Nervenfasern versorgt werden. Sowohl „Herz“ und „Magen“, als auch die vom Sympathicus allein versorgten „Baucheingeweide“, können unter Umständen sehr erhebliche Schmerzen zu unserem Bewußtsein gelangen lassen, — während anderntheils die Bewegungen der „Athmungsmuskeln“ (einschließlich des Zwerchfells) bald maschinenartig im regelmäßigen Wechsel ohne unser Zuthun, bald mit Bewußtsein nach Willkür und regellos erfolgen können. Wir haben also in den Athemmuskeln Bewegungsapparate, welche bald unserem Bewußtsein und unserer Willkür entzogen, bald denselben unterworfen sind, wenn wir es wollen. (Dagegen hat das ehedem aufgestellte Beispiel eines Organes, welches durch Nerven versorgt wird, die im Gehirn entspringen, und welches trotzdem ohne unser Bewußtsein thätig ist, keine Gültigkeit mehr; zur „Mundspeicheldrüse“ erstrecken sich allerdings dem Anscheine nach zwei Gehirnnerven: ein Ast des dreitheiligen Nerven mit Empfindungsfasern und ein Zweig von dem aus Bewegungsfasern bestehenden Gesichtsnerven, allein seitdem man weiß, daß diese Gehirnnerven auch Fasern vom Vagus in ihre Bahn aufnehmen, daß der Nervenstamm also nicht lediglich aus vom Gehirn herkommenden Nervenröhren besteht, sondern aus Röhren verschiedenen Ursprungs gemischt ist, und seitdem man durch Erregung des Halsgrenzstranges des Sympathicus die Speichelabsonderung dieser Drüse hervorgerufen hat (t), sieht man natürlich die ohne unser Bewußtsein vor sich gehende Absonderung des Speichels auch nicht mehr als eine von „Hirnnerven“ abhängige Verrichtung an.) Die vielfachen Verflechtungen der Nerven unter sich und der Austausch ihrer Fasern (wovon Fig. 72 ein lehrreiches Beispiel gegeben), die Wechselbeziehungen vieler Organe zu einander in Folge dieser gegenseitigen Nervenverbindungen, — dies alles erschwert natürlich in ungemein hohem Grade ebensowohl das Verfolgen der Nervenbahnen mit Hülfe des anatomischen Messers, als das Aufklären und Nachweisen ihrer Verrichtung im Einzelnen, und macht diesen Theil des physiologischen Forschens und Wissens zu einem der schwierigsten. — —

Wir haben auf den vorstehenden Blättern versucht, die Lebensverrichtungen unseres Nervensystems zu schildern. Die letzterwähnten Beispiele mögen beweisen, daß und weßhalb dies auf beschränktem Raume und für den vorliegenden Zweck nur in allgemeinen Grundzügen geschehen konnte. Eine Wissenschaft, deren Studium Jahre voll ernster

Tafel zu Reclam's „Der Leib des Menschen".



Das Ganglien-System

des Nervus Sympathicus und des Nervus Vagus

(Nach einer von Prof. Luschka hinterlassenen Originalzeichnung)

Reclam, d. Leib des Menschen.

Art. Anst. v. E. Hochdanz

Stuttgart K. Thienemann's Verlag

Arbeit erfordert, läßt sich zum Zwecke einer belehrenden Unterhaltung und in allgemein verständlicher Form nicht bis in ihre letzten Grundzüge darlegen. Ein allgemeines Bild der Vorgänge genügt und muß genügen. Wenn unsere Leser dieses Bild gewonnen haben, so werden sie immerhin wenigstens schon eine Ahnung von der Schwierigkeit der Arbeit des wissenschaftlich gebildeten Arztes besitzen, der mit diesen vielfachen Wechselbeziehungen zu rechnen hat, wenn er die krankhaft veränderten Verrichtungen eines Organs zur Regelmäßigkeit, d. h. zur Gesundheit zurückführen will, und sie werden sich klar bewußt sein, daß der Gebrauch von „Geheimmitteln" nur ein physiologisches Blindekuhspiel ist, bei welchem man nie weiß, wer getroffen wird, ob die Krankheit oder der Kranke. —

Blicken wir zurück auf das Wenige, was uns der enge Rahmen gestattete aus der Lehre vom Nervenleben in Hirn, Rückenmark und Ganglienkette darzulegen, so erkennen wir zunächst: daß alles Fühlen, Denken, Wollen, durch die „Nervenröhren" (S. 141—146) zu Stande kommt, also an gewisse Formen unserer Körpertheile gebunden ist, — und daß in jeder Nervenröhre die Erregung durch die eigene Thätigkeit der Nerven weiterbefördert wird (S. 150), welche wir dem Bilde einer schräg herabrollenden Kugel verglichen. Daher wird zugleich mit der durch mäßigen Druck auf den Nerven bewirkten Formveränderung auch die Verrichtung aufgehoben, durch Druck auf das Gehirn: das Bewußtsein (S. 56), so lange der Druck andauert. — Zu unserer „geistigen" Thätigkeit bedürfen wir ferner einer gewissen Zeit; die Geschwindigkeit der Nervenleitung, des Wollens, des Denkens, der Einfluß der Uebung sind in der Zeit meßbar (S. 154—161) und der Flug eines schnellfliegenden Vogels ist eiliger, als der Vorgang des Denkens. — Raum und Zeit beschränken aber das Nervenleben deßhalb, weil ihm als Unterlage dient die stets veränderte und wiederhergestellte chemische Mischung: der „Stoffwechsel". Je lebhafter der letztere, um so lebhaftere Geistesthätigkeit ist möglich (S. 19) mittelst des Gehirnes, welches für tüchtige Arbeit besitzen muß: genügende Größe (S. 61. 86. 94) namentlich der grauen Hirnrinde (S. 77), — geeignete Form der Windungen (S. 71. 73) — und richtige chemische Mischung (S. 146. 65—70.) Die Größe des Hirnes nimmt durch Geistesarbeit zu (S. 71) und vererbt sich (S. 128); die Hirnrinde kann durch übermäßige Geistesanstrengung verbraucht werden (S. 77); bei Geistesstörung findet man veränderte

Formen der Rindenbestandtheile (Fig. 77.) — Was wir direkt von den Vorgängen im lebenden Nerven wahrzunehmen vermögen, beschränkt sich auf elektrische Strömungen (S. 164). Für weitergehende Schlußfolgerungen bietet die Naturwissenschaft zur Zeit keine Thatsachen.

---

a. Kürschner, Grundriss der »allgemeinen Physiologie.« (Eisenach und Wien, 1843.) Die angeführte Stelle ist zugleich eine Probe der Schreibweise, welche beim Erscheinen des Werkes fast gleichen Beifall fand, als der Inhalt; jetzt, nach nur 25 Jahren, werden andere Anforderungen erhoben. — **b.** Dr. Ernst Freiherr von Bibra »Das Gehirn in chemischer Hinsicht« (Kosmos, Zeitschr. f. angew. Naturw. Wien 1857. Nr. 2.). — Eine Bemerkung Bibra's möge hier Platz finden: »Man hat den Satz ausgesprochen, dass der Phosphorgehalt des Gehirnes als maassgebend für die geistige Thätigkeit des Gehirnes anzunehmen sei, so dass z. B. ein Blödsinniger wenig, ein verständiger Mensch eine mittlere Menge, ein Tobsüchtiger aber eine sehr grosse Menge Phosphor im Gehirn habe. Ich kann dieser, nicht von deutschen Gelehrten ausgegangenen Idee auf das bestimmteste widersprechen.« Der Phosphor findet sich übrigens im Hirn nur in Verbindung mit Fetten und in fast gleicher Menge bei Menschen, Säugethieren und Vögeln; die Ausnahmen sprechen gerade gegen jene Theorie: bei der Gemse wird fast doppelt so viel gefunden, als beim Menschen, — und bei Tobsüchtigen nicht mehr, als bei Gesunden. — **c.** Die Achsencylinder S. 146 sind zum Theil künstlich sichtbar gemacht, und zwar a, b, c Nervenfasern des Frosches: mit absolutem Alcohol (a), chromsaurem Kali (b) und Kollodium (c) behandelt. — **d.** Valentin, Repert. 1838. St. 76. und Henle »Allgemeine Anatomie«. Leipzig 1841. — **e.** Henle in »Cannstatt's Jahresbericht« 1844, pag. 23. — **f.** K. Willy, Assistent am physiol. Laborat. in Zürich, hat gefunden, dass der Satz »die Länge der durchflossenen Nervenstrecke begünstige die Erregung« dahin eingeschränkt werden müsse: dass diese Begünstigung allerdings bei absteigendem Strome vorhanden sei, »dass aber bei aufsteigendem Strome sich die Sache gerade umgekehrt verhält«. Er formulirt den Satz: »Die Erregung ist caeteris paribus um so stärker, je näher dem Muskel die Kathode, und je entfernter von ihm die Anode des erregenden Stromes liegt«. (Pflüger, Archiv f. d. ges. Phys. 1872 V, 6, 5. 275.) **g.** Helmholtz »Messungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven«, in »Müller's Archiv« 1850, 276. — **h.** Boissier, disp. XX, Haller, Elementa phys. Lausannae 1742. IV, 481. — **i.** W. v. Wittich, »Schnelligkeit unseres Empfindens und Wollens«. (Berlin, 1868. S. 19.) — **k.** W. v. Wittich, in »Zeitschr. f. rat. Med.« 1868. Band 31.

Heft 1. — l. Helmholtz a. a. O., ferner Baxt. — m. Hankel. n. Du Bois-Reymond »Untersuchungen über thierische Electricität« (Berlin 1848 und 1849). — o. Ed. Weber, Quäst. physiolog. Lips. 1836. — p. Ludwig und Sczelkow, Wiener Sitzungsber. Bd. 45. — q. Ludwig, »Lehrb. d. Phys. d. M.« Leipzig 1858. Bd. I. S. 143.) — r. In »Allg. Zeitschr. für Psychiatrie« (Berlin 1864. Band 21, Heft 1, S. 73) wird folgender Vorfall erzählt und verbürgt: Ein Arzt wurde nach einem sehr anstrengenden Tagewerke trotz seines Gebotes: ihn unter keiner Bedingung zu stören, von seinem Bedienten wegen einer dringenden Botschaft geweckt. Beim Erwachen berief sich der Uebermüdete unwillig auf sein Verbot und schlief sofort wieder ein. Als ihn der Bediente auf Drängen des Boten trotzdem von neuem erweckte, liess er sich ein Licht an's Bett kommen, las den erhaltenen Brief, schrieb eine kurze Antwort und ein Rezept, verordnete einen Aderlass und befahl, dass man ihm des andern Morgens sein Pferd zur bestimmten Zeit vor das Haus führen solle. Am anderen Morgen erinnerte er sich jedoch des ganzen Vorganges auch mit keiner Silbe. — s. »Antimagnetismus, — oder Ursprung, Fortgang, Verfall, Erneuerung und Widerlegung des thierischen Magnetismus«. (Gera, 1788. S. 224—230.) — t. Ludwig in Henle's »Zeitschrift f. rat. Med.« 1851. 2. und »Lehrb. d. Phys.« II. 149. — — Die wichtige Entdeckung des »Nervus depressor« von Cyon und Ludwig (Berichte d. k. sächs. Ges. d. W. 1866 Oct.), — eines meist vom Vagus und oberen Kehlkopfnerven entspringenden Nerven, nach dessen Reizung am centralen Ende der Blutdruck im Arteriensystem beträchtlich, ja bis zur Hälfte und zum Dritttheil des vorher bestandenen sinkt, während zugleich die Pulsfrequenz sinkt, — konnte im Vorstehenden nicht erwähnt werden, da die nöthigen Vorkenntnisse dem Laien erst bei der Lehre vom Blutkreislaufe geliefert werden und es daher jetzt nicht möglich gewesen wäre, die Bedeutung dieses Fundes für Kenntniss reflectorischer Hemmungen im Bereiche der Gefässnerven darzulegen.

Die Sinne.

[Eigenartigkeit der Empfindung in den Sinnesnerven. — Angeboren ist nur die Möglichkeit des Gebrauches der Sinneswerkzeuge; ihre Leistungen hängen ab von Erfahrung und Urtheil. — Ein Sinn ersetzt den andern. Beispiel: der blinde Büchsenschütz. — Durch Ermüdung werden die Sinneswahrnehmungen beschränkt und aufgehoben. — Objektive und subjektive Sinnesempfindung. — Sinnestäuschung. — Zwei Sinneswahrnehmungen können nicht gleichzeitig gemacht werden. Bedeutung dieser Thatsache für die Künste. — Nachträgliche Wahrnehmung gehabter Empfindungen. — Geistige Thätigkeit ist nöthig beim Empfinden. Empfindungen sind Unterlagen geistiger Thätigkeit. — Die Natur wirkt auf uns durch unsere Sinne. Wirken des Menschen auf die Natur. Zur geistigen Diätetik.]

„Was dir die zarten Geister singen,
Die schönen Bilder, die sie bringen,
Sind nicht ein leeres Kinderspiel.
Auch dein Geruch wird sich ergötzen,
Dann wirst du deinen Gaumen letzen,
Und dann entzückt dich dein Gefühl."
(Mephisto in Göthe's „Faust".)

Der Bau unserer Sinnesorgane bedingt die Aufnahme nur einer bestimmten Art der „Reize".

Wenn wir nicht mit dem Sehnerven zu hören und mit dem Hörnerven zu sehen vermögen, so liegt der Grund nicht darin, daß zu letzterem kein Licht, zum Sehnerven keine Schallwellen dringen können, — sondern darin: daß diejenigen Theile der Sinneswerkzeuge, in welchen der empfindende Nerv endet, ihrem Baue gemäß nur eine einzelne bestimmte Art der Einwirkungen aufzunehmen und den Nervenenden zuzuführen (d. h. in für die Nerven geeignete Reize umzusetzen) vermögen. Unsere Zunge ist ja bei geöffnetem Munde für Licht und Schall zugänglich; aber

wir empfinden keine dieser beiden Einwirkungen, weil die Nervenenden der Zunge durch die Papillen und Wärzchen, in denen sie endigen, nur befähigt sind für die Sinnesempfindungen des Tastens und des Schmeckens.

Diese Abhängigkeit unserer Nervenempfindungen (und also auch unserer Wahrnehmungen) von dem anatomischen Bau der Stelle, an welcher der Nerv endigt und den Empfindungsreiz erhält, ist nicht etwa lediglich unseren Sinnesorganen eigenthümlich, sondern zeigt sich im ganzen System der Empfindungsnerven. Läßt man z. B. eine Fingerspitze leise über den Rücken der Hand gleiten, so hat man daselbst nur die Tastempfindung des sich bewegenden Fingers; führt man aber dieselbe Bewegung auf der Innenfläche der Hand aus, so erregt man ein unangenehmes Gefühl des Kitzels. — Nehmen wir einige Tropfen Milch in den Mund, so empfinden wir daselbst nur deren eigenthümlichen Geschmack; verschlucken wir diese geringe Menge, so spüren wir im Magen gar nichts von derselben; kommt aber nur ein einziger Tropfen Milch, statt in die Speiseröhre, in den vor ihr gelegenen Kehlkopf und in die Luftröhre, so erregt er empfindliche Schmerzen, und wir sind gezwungen, durch anhaltende Hustenbewegungen ihn auszuwerfen. — Essen wir zum Rindfleische einfachen, fein gemahlenen (sogenannten „englischen") Senf, so ist die Geschmacksempfindung beim Genuß des Senfes so stark, daß der nicht daran Gewöhnte sie als Schmerz empfindet; in den Magen gelangt, verursacht der Senf uns keine unmittelbaren Wahrnehmungen, sondern nur eine Steigerung des Appetites; auf unsere äußere Haut dagegen gebracht, bewirkt der Senf unter lästigem Brennen, Röthung durch vermehrten Blutzufluß, und schließlich Blasen.

Die Sinnesnerven besitzen aber bei der Geburt für die ihnen eigenartigen Empfindungen nur die Anlage, welche durch Gebrauch, durch wiederholte Thätigkeit, durch absichtliche Uebung und aufmerksame Wahrnehmung ausgebildet werden muß. In dem Grade, als wir uns ein Urtheil bilden über dasjenige, was wir wahrnehmen, werden unsere Wahrnehmungen bestimmtere Einzelheiten enthalten. Das kleine Kind greift mit gleicher Hast nach einem Apfel, einer Orange, einer gelben Papierscheibe, oder nach dem Monde; die Erfahrung lehrt ihm den letztern als unerreichbar kennen, sowie den verschiedenen Werth und die verschiedenen Kennzeichen der erwähnten drei anderen Gegenstände. Sobald diese Kennzeichen aber einmal erfaßt wurden, werden sie nun auch mit dem Blick sofort wahrgenommen. Der Erwachsene, welcher in der Stadt gelebt hat,

wird mit den gesündesten Augen doch in Feld und Wald nicht so das Wild sehen, wie der geübte Jäger, — noch auf dem Meere ein fernes Segel wahrnehmen und beurtheilen können, wie es der Steuermann vermag.

Jede bewußte Sinneswahrnehmung hat für uns den Zweck: die Unterlagen für ein Urtheil zu gewinnen, welches wir über den wahrgenommenen Gegenstand und seine Eigenschaften fällen. Je mehr Einzelheiten wir mit unseren Sinnen nahezu gleichzeitig aufzufassen vermögen, um so schneller und schärfer beobachten wir, — um so richtiger können wir über das Wahrgenommene urtheilen, indem wir den Vergleich mit ähnlichen früheren Wahrnehmungen anstellen. Um so tiefer pflegt sich aber auch die Wahrnehmung unserem Gedächtnisse einzuprägen. Personen, welche sehr kurzsichtig sind, vermögen sich daher der Gesichtszüge einer andern Person nicht deutlich zu erinnern, weil sie an Stelle des Gesichts nur einen hellen Fleck von bestimmter Form und Farbe mit einigen dunklen Stellen gesehen haben, aber nicht im Stande waren, die eigentlichen den Gesichtsausdruck jener Person kennzeichnenden Züge sich einzuprägen; dagegen bildet sich bei ihnen die Wahrnehmung für das, was sie hören, deutlicher aus, und auf diesem Gebiete nehmen sie kennzeichnende Einzelheiten wahr, welche dem mit weitsichtigen Augen Versehenen in der Regel entgehen. So kam es, daß ein Gelehrter einen Freund nach elfjähriger Trennung sofort bei den ersten Worten, welche der Eintretende im Vorzimmer sprach, an der Stimme erkannte, — während es im Gespräche sich ergab, daß sie beide Tags zuvor in einiger Entfernung von einander gestanden und sich gegenseitig prüfend betrachtet hatten, ohne sich zu erkennen.

Es vermag also mit Hülfe aufgefaßter Einzelheiten ein Sinn den andern zu ergänzen, ja in gewissem Grade zu ersetzen. Wer wüßte dies nicht von den Blinden, welche durch Betastung Größe und Form der Gegenstände kennen lernen, und denen schließlich der Tastsinn in weit höherem Grade die Wahrnehmungen des Gesichts ersetzt, als dies der gesunde Vollsinnige je für möglich halten wird. In der Umgebung Dresdens lebt ein Blinder, welcher sich eine so große Geschicklichkeit im Schießen mit der Büchse nach der Scheibe erworben hat, daß er bei gemeinsamen Schießübungen mit Sehenden fast regelmäßig einen Preis davonträgt. Diese verbürgte Thatsache ist interessant genug, um sie näher kennen zu lernen.

Im Jahre 1837 erblindete der damals 26 Jahre alte Bierbrauer W. auf beiden Augen gänzlich und unheilbar. Nachdem er einige Jahre später in der Dresdener Blindenanstalt das Seilerhandwerk erlernt hatte, ließ er sich in einem benachbarten Dorfe zum selbstständigen Betriebe dieses Handwerks nieder und richtete zugleich eine Theersiederei ein, in welcher natürlich sehende Personen unter seiner Oberleitung die Arbeiten vornahmen. Nachdem sich sein Geschäft durch verschiedene Glücksfälle gehoben hatte, verfiel der Mann, der früher ein eifriger Scheibenschütze gewesen war, darauf, in seinen Mußestunden Schießübungen mit einer Bolzenbüchse vorzunehmen. „Er bezeichnete sich genau an der zum Auflegen des Gewehrs dienenden Stange die Merkmale, wie er das Gewehr zu halten und zu richten hatte; durch andere Zeichen bestimmte er die Stellen, wo und wie er die Füße stellen mußte, und richtete darnach die Haltung des ganzen Körpers." Nachdem er im Gebrauche der Bolzenbüchse hinreichende Sicherheit erworben hatte, wagte er es, zu der eigentlichen Büchse zurückzukehren, und schoß in einem benachbarten einsamen Thale unter Aufsicht eines Sehenden nach der Scheibe. Später, als er hierin gewisse Sicherheit erlangt hatte, schloß er sich einer Gesellschaft an, welche regelmäßig an bestimmten Wochentagen Uebungen im Scheibenschießen veranstaltete, und unter Benützung seiner Merkmale gelang es dem Blinden oft, die meisten vollsinnigen Schützen in Sicherheit des Zielens und Treffens zu überflügeln. Seine Sicherheit ist jetzt so groß, daß selbst eine Verlegung des Zieles vom Mittelpunkte nach anderen Stellen der Scheibe (z. B. durch aufgesteckte Karten) nur wenig ändert. „Eine genaue Beschreibung der Entfernung und Richtung des Zieles vom Mittelpunkte der Scheibe aus genügte, seinen Schüssen auch nach den so verrückten Zielpunkten hin fast die gleiche Sicherheit zu geben, so daß er auch bei derartigen Schießübungen mehr als einen Preis sich errungen hat." (a.)

Man könnte glauben, daß auch bei Vollsinnigen zuweilen ein Sinn den andern vertritt, oder wenigstens die Fähigkeit des Empfindens steigert, wenn z. B. der Rauchende nur so lange weiß, ob seine Cigarre brennt, als er den Dampf derselben sieht, während er sich über ihr Brennen täuscht bei Nacht oder mit verbundenen Augen, — oder wenn unter gleichen Verhältnissen ein Anderer Rothwein und Weißwein nach einigen schnell auf einander folgenden Schlucken nicht mehr zu unterscheiden vermag. Allein bei diesen Täuschungen des Geschmackssinnes liegt der Grund

der Erscheinung nicht darin, daß wir sehend schärfer mit der Zunge wahrnehmen, bei verbundenen Augen in minderem Grade, — sondern vielmehr darin, daß die Fähigkeit des Empfindens für unsere Sinnesorgane nach einer gewissen Zeit des Gebrauches aufhört.

Unsere Sinne ermüden durch ihre Thätigkeit ebenso, wie jedes andere Organ unseres Körpers; nur im ausgeruhten, kräftigen Zustande vermögen sie Wahrnehmungen uns zu überliefern; wenn sie ermüdet sind, nicht mehr. Für diese Erscheinung kennt man nur die Deutung: daß die Sinnesnerven immer in ihrer richtigen chemischen Zusammensetzung sein müssen, wenn sie empfindlich für auf sie einwirkende Reize sich zeigen sollen; nun wird aber durch ihre Verrichtung, d. h. durch die Nervenleitung bei Aufnahme der Reize, unausgesetzt von dem Stoffe, aus welchem sie bestehen, zersetzt, denn nur durch Hülfe chemischer Umsetzungen können die Nerven selbstthätig leiten; dauert diese Umsetzung der chemischen Stoffe zu lange fort, so findet der Wiederersatz aus dem Blute nicht schnell genug statt, — die zum Empfinden taugliche Zusammensetzung des Inhaltes der Nervenröhre kann also nicht schnell genug wieder hergestellt werden, — und deshalb wird die Wahrnehmung zuerst undeutlicher, schwächer und zuletzt hört sie auf; — will man aber trotzdem die Empfindung der Nerven erzwingen, so fühlt man in ihnen nicht mehr die ihnen eigenthümliche Sinnesempfindung, sondern Schmerz.

Ein Beispiel dieses Vorganges kann jeder Leser an seinem Geruchssinne durch einen kleinen Versuch beobachten. Nimmt man eine blühende Blume von mäßig starkem Geruche, z. B. einen Stengel blühender Reseda, in die Hand und hält ihn sich ruhig und bewegungslos vor die Nase, so wird man bei den ersten Athemzügen den feinen Wohlgeruch der Reseda wahrnehmen, dann wird dieser Geruch schwächer, man riecht ihn nicht mehr, und der Geruch der grünen Blätter oder des beim Pflücken etwas gequetschten Stengels (welchen er vorher übertäubte) wird wahrnehmbar; nach einiger Zeit riechen wir auch diesen nicht mehr, nehmen aber die Ausdünstungen unserer Hand oder sonst welche Gerüche wahr, welche von in der Nähe befindlichen Gegenständen ausströmen. Entfernt man den Resedenstengel nicht, sondern fährt fort, die ihm ausströmenden Gerüche einzuathmen, so empfindet man nach einiger Zeit Schmerzen im Innern der Nase und in der Stirn. Der Stoffwechsel hatte also nicht zugereicht, die durch die Verrichtung des Nerven entstandenen Veränderungen schnell genug wiederherzustellen. — Aus gleichem Grunde vermag derjenige,

welcher schnell hinter einander die vom Tabaksrauch oder von Wein in seiner Mundhöhle hervorgerufenen Empfindungen mehrere Male wiederholt, nach einiger Zeit die Einzelheiten nicht mehr wahrzunehmen; er fühlt Luft, er fühlt weinige Flüssigkeit, — aber er hat die Fähigkeit verloren, die Temperaturunterschiede des Rauches zu erkennen, den herben Geschmack des Rothweins von dem an Aether und Säuren reichern Weißwein zu unterscheiden.

So verlieren wir auch für unser Auge bei angestrengtem Sehen auf einen und denselben Gegenstand nach einiger Zeit vorübergehend die Fähigkeit, die Einzelnheiten dieses Gegenstandes zu erkennen, — theils in Folge von Ermüdung derjenigen Hülfsorgane des Auges, durch welche das scharfe Sehen auf eine bestimmte Entfernung ermöglicht wird, theils auch durch Ermüdung des empfindenden Nerven. Blicken wir auf grell erleuchtete Gegenstände oder in helles Licht, so tritt die Ermüdung der Nerven zeitiger ein.

Das Sehorgan bietet uns auch die auffallendsten Beispiele der sogenannten objektiven und subjektiven Sinnesempfindung. — Sehen wir uns irgend einen Gegenstand, ein Bild, ein Haus an, so erblicken wir diesen Gegenstand (dieses „Objekt") dadurch, daß derselbe Lichtstrahlen in unser Auge sendet, die auf die Nervenhaut des Auges Empfindungen erregen. Dies ist der gewöhnliche Vorgang beim Sehen; man nennt ihn eben deshalb, weil wir ein außerhalb unserer Person befindliches „Objekt" betrachten, und dieses in uns einen Eindruck hervorruft: objektives Sehen. — Wir können aber unter Umständen auch eine Gesichtswahrnehmung von Gegenständen haben, welche gar nicht vorhanden sind, sondern nur wegen dieser Empfindung für uns vorhanden zu sein scheinen. Wenn wir z. B. „im Traume" Gegenden, Personen, Zimmergeräthe und irgend welche andere Gegenstände zu sehen meinen, so sind diese nicht in der Wirklichkeit vorhanden, und doch bekommen wir einen Eindruck, als ob wir sie deutlich und bestimmt mit unsern Augen zu sehen vermöchten. Ebenso haben wir in „Krankheiten", wie schon früher erwähnt, den Eindruck von Funken- und Lichterscheinungen vor dem Auge, von Glockenläuten vor dem Ohre, genau so, als ob diese Funken, dieses Licht wirklich vorhanden wären, als ob die Glocken wirklich läuteten, während wir doch im dunklen Krankenzimmer fern von Geräuschen uns befinden. Hier ruft kein außer uns befindliches „Objekt" diese Sinnesempfindungen hervor, sondern der Zustand unseres eigenen Innern, und eben deshalb, weil wir

selber (das „Subjekt" dieser Thätigkeit) durch Zustände des eigenen Körpers diese Sinnesempfindung erregen, nennt man sie eine subjektive. Reizungen irgend welcher Art an den Enden der Sinnesnerven rufen derartige subjektive Empfindungen hervor. So erregt Elektricität im Auge die Empfindung des Lichtes, auf der Zunge sauren und salzigen Geschmack, an den Tastnerven das Gefühl des Prickelns oder Stechens. In anderen Fällen, so z. B. bei den Träumen, wird der Reiz im Innern des Hirnes aufgenommen, vermuthlich an jenen Stellen der Nervenbahnen, wo die Empfindung des von unseren Sinnesnerven aufgenommenen Reizes zu einer bewußten Empfindung vergeistigt wird. Hiermit steht in Uebereinstimmung, daß auch Vorstellungen subjektive Gefühle zu erregen im Stande sind, welche dann in der Regel von Bewegungen begleitet werden (so die Vorstellung gewisser Speisen von Speichelabsonderung, die lebhafte Vorstellung unangenehm riechender und schmeckender, besonders faulender Stoffe von Ekelempfindung), welche um so lebhafter in uns erregt wird, wenn jene Vorstellungen uns plötzlich und unvorbereitet, also z. B. im Gespräche mit Anderen, entgegentreten.

Die Sinneswerkzeuge beweisen, daß die sinnlichen Wahrnehmungen keineswegs auf rein mechanischem Wege erfolgen, sondern daß immer geistige Thätigkeit in der Beurtheilung des Wahrgenommenen mitwirkt; daher werden gerade bei Arbeitern auf geistigem Gebiete und als Folgeerscheinungen geistiger Anstrengungen derartige Täuschungen durch Spiele der Einbildungskraft häufig beobachtet. Der berühmte Philosoph Moses Mendelssohn erkrankte 1771 nach langem Arbeiten an Nervenabspannung; er war in diesem Zustande so reizbar, daß er Abends an Gehör-Täuschungen litt; auf quälende Weise schien ihm alles das, was er den Tag über gehört hatte, am Abend noch einmal von starker Stimme vorgesprochen zu werden. Walter Scott erzählt von sich, daß er häufig am frühen Morgen, sobald er lebhaft seines verstorbenen Freundes Byron gedachte, in den Vorhängen seines Bettes die Gestalt desselben wahrzunehmen glaubte. Der geistvolle Physiker Lichtenberg hielt nach angestrengtem Arbeiten und übermäßigem Genusse schwarzen Kaffees ein kleines Geräusch für Donner, das Pfeifen des Windes für Hohngelächter; er erschrak, wenn er ein Buch vom Tische fallen sah, früher als er den Schall hörte, den der fallende Gegenstand beim Auftreffen auf den Fußboden hervorbrachte.

Der Vorgang ist bei allen Sinnestäuschungen der nämliche. Wie

der Kranke, welchem ein Bein abgenommen worden ist, den noch vorhandenen Fuß zu fühlen glaubt, sobald der Nerv gereizt wird, welcher früher zu dem Fuße ging (vgl. S. 24), so glaubt auch bei Sinnestäuschungen der Kranke Wahrnehmungen zu machen, wenn der Nerv gereizt wird, der zum Sinnesorgan sich erstreckt. Und weil bis dahin im gesunden Zustande jede Reizung des Nerven durch eine Einwirkung von außen erfolgte, so macht jetzt auch eine durch krankhafte Störung des Organismus bewirkte Reizung der Nervenfaser an ihrem inneren Theile auf den Kranken den nämlichen Eindruck: er täuscht sich über den Ort, an welchem die Reizung erfolgt, und verlegt die Ursache derselben nach außen; — er glaubt daher zu sehen, zu hören, zu schmecken, ohne daß Etwas vorhanden wäre, was diese Empfindungen anregte, — oder er faßt wegen gleichzeitiger innerer Reizung eine von außen ihm zugehende Empfindung falsch auf, er täuscht sich also in seinem Urtheile. In dieser Weise sind nicht nur die erwähnten Sinnestäuschungen Lichtenbergs zu erklären, sondern auch die bei Geistesstörung häufig vorkommenden, wenn z. B. ein Kranker die Kalkwände ableckt und herrliche Südfrüchte zu schmecken meint; — wenn ein Anderer den schwarzen Ofen für einen Prediger hält, — oder ein Dritter für schmerzhafte Empfindungen und für das Gefühl innerer Unruhe die Ursachen in den Verfolgungen unbekannter Feinde zu finden glaubt.

Da ebenso, wie die Sinneswahrnehmung, auch die Sinnestäuschung nur mit Hülfe eines geistigen Vorganges, mit Hülfe eines Urtheils zu Stande kommt, so ist sie — ähnlich wie der Traum — nicht allein von äußeren Einflüssen, sondern auch von der geistigen Vergangenheit und der Bildung des Empfindenden abhängig. Dies zeigt sich namentlich bei jenen Sinnestäuschungen, welchen die Reisenden in der Wüste unterworfen sind und welche unter dem Namen „Ragl" als eine Wüstenkrankheit bekannt sind. Derselbe besteht namentlich in Täuschungen über Größe und Entfernung der gesehenen Gegenstände. Die Dünste des Horizontes erscheinen wie eine nahe Mauer, der Schatten eines Sandhügels als ein ferner Wald, der dürre Stamm einer verwelkten Distel auf diesem Hügel als eine von weitem gesehene Kirche. „Bei Menschen gleicher Rasse und gleicher Bildung unter den Reisenden kommen auch ähnliche Bilder des Ragl vor; wenn der Eine Berge sieht, erblickt sie auch der Andere; sieht der Eine ein Haus, so erkennt es auch der Zweite. Einer unserer berühmtesten Archäologen reiste mit einem geschickten Landschaftsmaler in der

Wüste von Suez. Beide wurden vom „Ragl“ befallen; sie theilten sich ihre Eindrücke wechselsweise mit und erkannten zu ihrem Erstaunen die Identität derselben. Von Zeit zu Zeit sagte der eine: „Ich will Ihnen sagen, was Sie jetzt sehen“, und die Beschreibung traf zu. Auf verschiedenen Bildungsstufen haben die Gesichtstäuschungen Analogie, ohne gleich zu sein. Ein Beduine, der niemals Bäume gesehen hat, wird keinen Wald um sich wähnen; wo wir einen Wagen sehen, wird der Araber ein Kameel sehen, statt eines Kirchthurms ein Minaret ꝛc.“ (b.)

Die geistige Thätigkeit, welche zum Erfassen einer bewußten Sinneswahrnehmung nöthig ist, mag die Hauptursache sein, daß es uns unmöglich ist, zwei Sinneswahrnehmungen gleichzeitig zu machen. Niemand kann gleichzeitig sehen und hören, weil unser Gehirn beim Aufmerken auf die Sinneswahrnehmung, und indem es sich derselben bewußt wird, eines gewissen Zeitverbrauchs bedarf. Wenn auch zwei Sinnesnerven zu gleicher Zeit gereizt werden, so vergeht doch ein gewisser Zeitraum, „bis wir, nachdem die eine Empfindung verklungen ist, eine Wahrnehmung vom Vorhandensein der anderen zu gewinnen vermögen“ (S. 160). Wenn wir mit großer Aufmerksamkeit lesen, so haben wir während der Zeit keine Wahrnehmungen durch das Gehör und empfinden nicht den Schall des Glockenschlages, sowie der Reden unserer Nachbarn. Umgekehrt, wenn wir mit voller Aufmerksamkeit zuhören, so sehen wir nicht, sondern blicken gedankenlos in das Buch, lassen das Auge die Zeilen verfolgen, wissen aber nicht, was wir gelesen haben. — Deshalb ist R. Wagner's vielgerühmtes „Musikdrama der Zukunft“ einfach den Thorheiten zuzuzählen; es soll gleichzeitig durch die dramatische Handlung, durch die Worte des Singenden, durch die Musik des Orchesters und den Reiz der wechselvollen Scenerie wirken. Es giebt aber keinen Menschen, welcher nur zwei Empfindungen zu gleicher Zeit wahrzunehmen vermöchte, geschweige denn vier! Niemals wird es möglich sein, alle diese Einwirkungen als Gesammtempfindung neben einander auf sich wirken zu lassen, sondern immer wird man nur sie nach einander zu beurtheilen vermögen, von Einem zum Andern übergehend. Ueberlasse man also das Hirngespinnst des „Kunstwerks der Zukunft“ zukünftigen, anders organisirten Menschen; für die gegenwärtig lebenden ist die gegenwärtige „Oper“ mehr als genug ausreichend. — Aus ähnlichem Grunde mißfallen uns die vielfarbigen (polychromatischen) Kunstwerke. Wenn die alten Griechen und Römer ihre Bildsäulen farbig anstrichen, wenn die Baukünstler des Mittelalters

die Hallen und Säulen der Kirche überall vielfarbig schmückten und vergoldeten, so muß das Volk damals diesen Kunstwerken anders gegenüber gestanden haben, als das heutige Volk. Gefiel dieser bunte Schmuck wirklich den Beschauenden, so können dieselben nur den Eindruck eines allgemeinen Gefühles, eines verworrenen Gemenges von Empfindungen erhalten haben. Wer sich ein klares, festes Urtheil bilden will, der bedarf der getrennten Empfindungen und will deshalb die Form allein beurtheilen, ohne von den Wahrnehmungen der „Farben" abgezogen zu werden, oder er wünscht das Gemälde allein zu sehen, so daß die Formen nur einen Schmuck, einen Rahmen für dasselbe bilden, dessen Betrachtung sich ihm nicht aufdrängt, sondern vernachlässigt werden kann, während er das gemalte Kunstwerk prüft. Deshalb ist es uns angenehmer, Statuen und architektonische Kunstwerke in eintöniger Färbung zu sehen, und zwar in heller Farbe, damit durch den Unterschied der beschatteten Theile das Bewußtsein der Formen uns um so deutlicher wird. Nur schwache Andeutungen der Farben sind uns angenehm: sie fordern unsere Phantasie heraus und beleben dadurch die Formen des Kunstwerks. (c.)

Bedeutsam ist die Beobachtung: daß wir nachträglich noch einer Sinnesempfindung uns bewußt werden können, nachdem wir sie anfänglich nicht beachtet, also auch nicht wahrgenommen hatten. Auf eine während des Lesens gestellte Frage antworten wir zuerst mit der Gegenfrage: „Wie?" und dann, ehe noch der Fragende seine Worte wiederholt hatte, werden wir uns plötzlich des Klanges und des Inhalts derselben bewußt. Wir gehen auf der Straße an Jemandem vorüber, den wir kennen, aber wir sind mit Nachdenken beschäftigt und wir sehen den Bekannten an, ohne ihn zu grüßen; nachdem wir einige Schritte gemacht haben, wird das Bild seines Gesichtes in uns lebendig, wir erkennen ihn nachträglich, und nun erst folgt auf die Sinnesempfindung der Gruß.

Wir müssen hieraus einen für die gesammte Lehre der Nervenleitung werthvollen Schluß machen. Das nachträgliche Erkennen einer Sinnesempfindung, nachdem diese selbst schon vorüber ist, würde nicht möglich sein, wenn nicht die im Innern (also im Gehirn) durch den gereizten Nerven und durch die angeregte Nervenleitung bewirkte „Veränderung" eine Zeit lang in den Ganglienkugeln (Rindenkörpern des Gehirns), in welchen die Nerven endigen, unverändert fortbestünde, so daß wir noch nach dieser Zeit die Vorgänge, durch welche die Empfindung zu unserem Bewußtsein gelangt, diese Veränderung vorfinden. —

Man könnte diese Erscheinung mit gewissen Vorkommnissen in der Telegraphie vergleichen. Es wird auf eine entfernte Station eine kurze Frage telegraphirt. Der zur Aufnahme der telegraphischen Depesche angestellte Beamte ist aber nicht am Apparate, sondern im Nebenzimmer beschäftigt. Er hört das Geräusch der ankommenden Depesche, eilt zum Apparate hin, sieht auf dem Papierstreifen die von der Depesche gemachten Zeichen und Punkte und kann nun noch nachträglich die Frage beantworten. —

Auch die vielbewunderte Kunst, gleichzeitig ein Buch zu lesen und einen Brief zu diktiren, beruht auf dem längern Andauern der durch eine Nervenempfindung in unserem Innern hervorgebrachten Veränderung. Es ist nur eine Täuschung, daß Lesen und Diktiren „gleichzeitig" vollbracht werde; in Wirklichkeit wechselt man zwischen Beidem ab, aber dieser Wechsel muß schnell geschehen und erfordert immerhin eine erhebliche geistige Kraft und angespannte Aufmerksamkeit. Ebenso ist der Vorgang, wenn man einen in fremder Sprache geschriebenen Aufsatz zum ersten Male liest und zu gleicher Zeit die Uebersetzung desselben laut ausspricht, was sich bei einiger Uebung recht wohl ausführen läßt. Auch hier beruht das scheinbar Gleichzeitige nur auf einem schnellen Wechsel.

Dieselbe Erscheinung können wir bei viel einfacheren Thätigkeiten beobachten. Wenn wir z. B. gleichzeitig essen und lesen, so werden wir immer unser Lesen unterbrechen müssen, sobald wir die Aufmerksamkeit dem Essen zuwenden, und umgekehrt unwillkürlich mit dem Kauen inne halten, sobald wir in höherem Grade durch das gefesselt werden, was wir lesen. Nur dann können wir zweierlei verschiedene Thätigkeiten gleichzeitig ausüben, wenn die eine derselben ziemlich einfach ist und nach einmal gegebenem Anstoße gleichmäßig fortgeht, ohne unserer Aufmerksamkeit zu bedürfen, wie die Bewegungen des Kauens, des Gehens. Deshalb vermögen wir auch nur dann im Gehen ohne Anstrengung gleichzeitig zu sehen, zu sprechen oder nachzudenken, wenn wir auf ebenem, glattem Wege dahinschreiten, der uns gestattet, unsere Beine mechanisch zu bewegen, ohne mit Aufmerksamkeit die Stellen auszusuchen, auf welche wir unsern Fuß hinsetzen. Der Hinkende, der immer beim Gehen aufmerken muß, wird eben deshalb nicht nur mehr angestrengt und ermüdet, sondern ist auch mehr behindert, im Gehen gleichzeitig Wahrnehmungen zu machen, Gespräche zu führen, im Nachdenken einen Gegenstand zu erwägen.

Ebenso haben wir in tiefem Schlafe oder, was gleichbedeutend, bei völliger Hirnunthätigkeit keine Wahrnehmung für Sinneseindrücke. Wir hören nicht den Schlag der Glocken, das Rauschen des Regens, das Geheul des Windes, das Rollen des Donners und erfahren erst am andern Morgen zu unserer Ueberraschung, welche Töne während der vergangenen Nacht auf unser Ohr gewirkt haben. Die Schallwellen haben eingewirkt wie im Wachen; der Hörnerv ist erregt worden durch den Reiz derselben; er hat diese Erregung fortgeleitet bis in das Gehirn: an die Aufnahmestelle, an welcher sonst das Gehörte zu unserem Bewußtsein gelangt; aber unser Hirn ruhte, wir waren nicht aufmerksam auf das, was wir hörten, und obgleich der Mechanismus der Nervenleitung ungestört vor sich ging, war er doch für uns so gut wie nicht vorhanden: weil der Theil der geistigen Arbeit fehlte, der zum Zustandekommen einer bewußten Sinnesempfindung nöthig ist.

Im leisen Schlafe, — gegen Morgen, wenn das Gehirn sich bereits ausgeruht hat und das Spiel der Träume beginnt, — werden wir den von außen auf unsere Nerven einwirkenden Reizen zugänglich; dann vermag die Empfindung des Schalles das Hinderniß zu überwinden, wir werden uns ihrer Einwirkung bewußt: wir hören den Glockenschlag, das Krähen des Hahnes, das Rasseln eines Wagens, das Zuwerfen einer Thür, und — wir „erwachen". —

Einem Kranken, der als ruhiger und zuverlässiger Beobachter sich durch seine schriftstellerischen Arbeiten erwiesen hat, widerfuhr es, daß er vor Gichtschmerz im Schlafe schrie und dann durch seinen „Schrei" erwachte, — nicht durch den „Schmerz", welchen er erst im Augenblicke des Erwachens zu fühlen begann. (d.)

Auf gleichen Verhältnissen beruht die Wirkung der eingeathmeten Dämpfe des Aethers, des Chloroform und anderer unempfindlich machender Mittel. Sie bewirken Fühllosigkeit durch Bewußtlosigkeit; die Nervenleitung wird durch ihren Einfluß nicht aufgehoben, wohl aber die Fähigkeit des Wahrnehmens — und der Kranke träumt, wie im gesunden Schlafe, während das Messer des Arztes einen Gefühlsnerven durchschneidet.

Endlich beweisen die Beobachtungen an Irren, daß eine gleichzeitige geistige Vorstellung nothwendig ist, damit eine körperlich vorhandene Empfindung auch als solche auf uns einwirken, d. h. zur Wahrnehmung gelangen könne. Kretinen, welche wegen krankhafter, gehemmter Hirn-

entwickelung erweislich höchst mangelhafte Vorstellungen haben, können auch nur mangelhaft sehen, hören, fühlen, riechen, schmecken. Ohne Mißbehagen essen sie oft ihren eigenen Koth; sie schneiden sich, verbrennen sich, ohne Schmerz zu äußern; auf lautes Rufen ihres Namens werden sie meistens erst nach öfterer Wiederholung aufmerksam; gedankenlos blicken sie mehrere Minuten lang in die Sonne und das grelle Licht wird ihrem Auge nicht unbehaglich. Aus gleichem Grunde fühlen Wahnsinnige gewisser Art weder Hunger, noch Schlafbedürfniß, oder Körperschmerz. Aehnlich verhalten sich die im höchsten Grade erregten Fanatiker; die Märtyrer der verschiedenen Glaubensbekenntnisse haben (so lange ihre Verzückung dauerte) ebenso wenig die Peinigungen ihrer Verfolger gefühlt, als der Soldat während der Schlacht (so lange seine rohe Wuth dauerte) eine erhaltene Wunde empfand. — —

Durch unsere Sinnesorgane erfahren wir Zustände und Bewegungen unserer Umgebung.

Wir nehmen wahr: durch unsern „Tastsinn" die Festigkeit oder Weichheit, die Glätte oder Rauhheit der Dinge, welche wir berühren, und die Unterschiede zwischen ihrer Wärme und der unsern, — durch unsern „Gesichtssinn" die geringeren oder größeren Grade des Lichtes und seiner Färbungen — durch unser „Gehörorgan" den Schall, — durch „Nase" und „Zunge" Gerüche und Geschmäcke.

Auf diese zehn Arten der Sinneseindrücke beschränken sich die gesammten Erfahrungen, welche wir von der uns umgebenden Welt zu erwerben vermögen. In ihnen erkennen wir die Bausteine, aus denen wir unsere innere Welt aufbauen.

Aber von den Bausteinen der Sinneswahrnehmungen hängt auch das Bild ab, welches wir von der äußeren Welt gewinnen, — ein Bild, welches vor Jahrtausenden anders gefärbt war, als heute. In den ältesten Rigveda-Liedern kommen keine anderen Farbenbezeichnungen vor, als schwarz, roth und goldgelb. In den viele tausend Verszeilen langen Gedichten ist die Pracht des Himmels mit Sonne, Morgenröthe, Wolken, Blitz ein Lieblingsgegenstand, — aber niemals wird der heitere Himmel blau genannt, niemals Baum oder Grasmatte grün, niemals die belichtete Wolke weiß. Gab es für diese Farben keine Bezeichnung? Oder empfand man sie nicht? Auch Homer ist noch arm an Farben-Benennungen und Pindar nennt die Veilchen „schwarz", Virgil spricht von „schwarzen" Hyazinthen. — Xenophanes sah im Regenbogen

drei Farben: purpurn, röthlich und gelb; — Aristoteles nennt ihn: roth, gelb und grün; ebenso wird auch in der Edda der Regenbogen „eine dreifarbige Brücke" genannt. Auch bei Demokrit und den Pythagoräern findet sich in den 4 Grundfarben: schwarz, weiß, roth, gelb, kein blau, wie in den 5 Grundfarben der Chinesen: schwarz, weiß, roth, gelb, grün. Es scheint die Empfindung für die blaue Farbe gefehlt zu haben. Sah die Welt in Jener Augen anders aus? —

Denn unsere Sinne sind die Lehrer, welche uns die Welt kennen lehren: — mittelst der Wahrnehmungen und Beobachtungen, welche sie uns gewähren. Das mit den Sinnen Wahrgenommene speichern wir auf in unserem Gedächtniß, dem „Photographie-Album unserer Empfindungen", um aus diesem Vorrathe die Hülfsmittel und das Rohmaterial unserer Gedanken nach Bedürfniß zu nehmen.

Die Arbeit des Denkens besteht in nichts Anderem, als im Vergleichen der Erinnerungen an früher Empfundenes (Wahrgenommenes, Beobachtetes, Gedachtes, Gelerntes). Wir vereinigen in der Erinnerung früher getrennt Empfundenes, trennen früher vereinigt Gewesenes, zerlegen die einzelnen Theile nochmals, vergleichen sie unter einander und mit anderen. Alles Denken beruht also auf vorausgegangenen Empfindungen, und was wir meinen „Neues" zu erdenken, ist im Grunde nur eine andere Gruppirung, eine neue Form des früher mit Hülfe unserer Sinne erworbenen geistigen Besitzes.

Deshalb vergrößert jedes Zeitalter, welches die Wahrnehmungen vermehrt, zugleich auch den Denkschatz, — so beim Einzelnen, wie beim ganzen Volke. (Das Zeitalter der Entdeckung Amerika's und der Reformation bietet sich als glänzendes Beispiel. Nicht unwürdig tritt neben dasselbe die Gegenwart mit ihrem gewaltigen Wechselverkehre durch Dampf und Telegraph, mit ihrer stillen, aber stetigen Reform auf allen Gebieten des Wissens und Denkens.)

Die Sinne sind die Thüren, durch welche neues Wissen einzieht in unser Inneres. Sie stellen die Brücken dar, welche unsere Seele verbinden mit der äußern Welt. (e.)

Nicht gleichgültig ist es, welcher Art die Boten sind, die da über diese Brücken wandern; denn jede Botschaft nimmt in Form und Wesen etwas an von der Eigenthümlichkeit des sie kündenden Boten. — Weniges nur und Einfaches verkünden uns Tastgefühl, Geruch und Geschmack; — weit in die Ferne und über großes Gebiet reichen Gehör

und Gesicht. Ihnen danken wir die bedeutungsvollsten Berichte über das Leben und Treiben außer uns. Aber wesentlich verschieden ist von einander was beide bringen.

Das Sehorgan lehrt uns die materielle Welt der Körper im Raume erkennen. Licht, Größe, Gestalt, Farbe, Nähe oder Entfernung erfahren wir durch das Anschauen. Von den Menschen erblicken wir nur ihr Aeußeres, den Ausdruck des Behagens oder des Schmerzes, der Ruhe oder Unruhe. Wer auf das Sehen allein oder doch überwiegend angewiesen ist, um sich mit seiner Umgebung in Beziehung zu setzen, der bleibt am Aeußern haften, wie gewöhnlich die Taubstummen. Man kennt das gerichtliche Verhör eines in einer Bildungsanstalt gewesenen Taubstummen, welchem vor Gericht ein Taubstummenlehrer als Dolmetsch diente*). Der Brandstiftung überwiesen, wurde er um seine Beweggründe befragt. Und worin bestanden sie? Er wollte einen Lehrling verbrennen, dem er böse war, weil — derselbe ihn geneckt, sein Brod versteckt, sein Essen weggenommen hatte. Seinem Vater und den Lehrern des Taubstummeninstitutes war er gut, „weil sie ihm zu essen gegeben hatten"; zu Gott betete er das Vater unser, „weil Gott Brod, die Aepfel und die Kartoffeln gemacht hat".

Grobe Sinnlichkeit und Egoismus bilden die Triebfedern seiner Handlungen; wie bei Thieren sind seine Beweggründe vorwiegend, ja fast ausschließlich, zurückzuführen auf Essen und körperliches Behagen. Wollen wir dem Armen deshalb Vorwürfe machen? Er lernte, was ihm zu lernen möglich war. Das Sehorgan brachte ihn nur mit der sinnlichen Welt in Berührung; aus dieser allein schöpfte er seine Kenntnisse und Anregungen. Bis zum Schreiben und Lesen war sein Unterricht wohl gediehen; aber von der äußerlichen, halb mechanischen Kenntniß des Buchstabengebrauchs bis zur Bildung des Geistes durch Lesen guter Bücher und zum Gedankenaustausch durch Briefe ist noch ein weiter Weg, welchen zurückzulegen dem armen taubstummen Jüngling auf seinem Dorfe weder Zeit noch Gelegenheit geboten war. Die geistigen Errungenschaften Anderer auf leichte und schnelle Weise in sich aufzunehmen, sich an ihnen zu bilden und emporzuranken, dazu fehlt dem Taubstummen die „Verbindungsbrücke": das Gehör.

---

*) Carl Reclam: Geist und Körper in ihren Wechselbeziehungen. Leipzig und Heidelberg, Winter'sche Verlagshandlung. 1859. S. 360 ff.

Am nachtheiligsten ist dies für die geistige Entwickelung der Kinder. Schon ein geringer Grad der Taubheit bewirkt bei diesen, daß sie nicht (wie die gesunden Kinder) Freude und Genuß darin finden zu hören und zu horchen; sondern das Wahrnehmen mittelst des Gehörorganes wird für sie zur ermüdenden Arbeit, bei welcher sie immer eine angespannte Aufmerksamkeit anwenden müssen, was die Arbeitskraft des kindlichen Gehirnes übersteigt. Sie werden daher bald des Zuhörens müde; weil das Gespräch ihnen keine Freude gewährt, reizt es sie auch nicht zur Nachahmung des Sprechens an; sie bleiben selbst bei mäßiger Schwerhörigkeit „stumm", oder sie sprechen die Worte eintönig, die Buchstaben undeutlich. Die Ausdrucksweise ihrer Gedanken gewinnt nicht die ihrer Altersstufe angemessene Form. „In ihren Sätzen trifft man weder Für- noch Binde-Wörter, noch abstrakte Hauptwörter, — sondern eine ungeordnete Zusammenstellung von Beiwörtern, Hauptwörtern und einigen Zeitwörtern, die sie beständig im Infinitiv anwenden." (f.)

Wenn schon eine Beschränkung der Hörfähigkeit die geistige Ausbildung hemmt, so muß dieser Erfolg bei völliger Taubheit um so sicherer eintreten. Der Taubstumme hat (wie das Thier) zwar „Stimme", aber keine „Sprache". Hierdurch lebt er vereinzelt, des geistigen Verkehrs beraubt. Er benutzt den einzigen ihm möglichen Weg: er sieht, — er beobachtet, — er horcht mit den Augen. „Allein die beweglichen, sich immer neu gestaltenden Bilder sind für ihn bedeutungslose Erscheinungen, weil keine Worte ihm die Auslegung geben können." Wenn in seiner Familie Freude herrscht, (sei es über die einem Familiengliede gewordene Auszeichnung, über einen gewonnenen Prozeß, über gute Nachrichten von einem auf der Reise befindlichen Freunde) so kann der arme Taubstumme die Ursache des allgemeinen Frohsinnes nicht begreifen; — ebenso bleibt ihm die Ursache allgemeinen Kummers bei einem Todesfalle dunkel, denn wer hätte ihm die Begriffe „niemals" und „ewig" erklärt? Der Kindheit Spiele, Erzählungen, Gespräche, Märchen, Scherzworte fehlen ihm nicht minder, als des Jünglingsalters Schwärmereien und des Mannes Liebe zum Vaterlande: er ist vom geselligen Umgange ausgeschlossen. Im Aeußeren gleicht er nach Erscheinung und Sitte dem civilisirten Menschen; innerlich bewahrt er des Wilden Rohheit und Unwissenheit, Mißtrauen und Leichtgläubigkeit.

Mit dem Gehörorgane messen wir nicht nur die in der Zeit sich ausbreitende Kunst (die Musik), sondern wir empfangen im Gespräche die

Gedanken unserer Mitlebenden und Mitstrebenden; es erschließt sich die geistige Welt. Daher hat der Blinde, trotz größerer Abhängigkeit von Anderen beim Durchmessen des Raumes, doch vor dem Gehörlosen den großen Vortheil, daß er geistige Kenntnisse, Begriffe, Gedanken, Urtheile einheimst und in ihnen ein ganz anderes Material gewinnt zum Weiterbauen und zur Bildung, als jener.

Körperliche Gefühle sind die Beweggründe des halbgebildeten Taubstummen; — geistiges Fühlen und Nachdenken regt den Blinden zum Handeln an.

Aus diesen beiden Beispielen erkennt man die Abhängigkeit, in welcher wir uns durch die Sinnesorgane von der uns umgebenden Welt befinden. Sie lehren: wie unser Kennen und Können uns erwächst aus Sinneswahrnehmungen, und wie die Außenwelt einwirkt durch unsern Körper auf unsern Geist.

Nicht Alles, aber das Meiste unseres eignen „Ich" verdanken wir der Umgebung, verdanken wir in letzter Reihe dem Einflusse der Natur. Und wie wenig vermögen wir zurückzuwirken auf das Reich der Schöpfung!

„Der Mensch zerstört nur an der Oberfläche der Erde und nennt gewöhnlich das „Ordnung", was ihm gerade nützt und gefällt. Seine Einwirkung auf die äußere Natur beschränkt sich fast nur auf Pflanzen und Thiere. Je entfernter sie von ihm liegt, desto colossaler ist sie, desto zwergartiger sein Einfluß; ihre gigantischen Glieder spotten des Kitzels an ihrer Oberfläche. Am meisten wirkt er auf seinen Körper und auf seine Mitmenschen, weniger auf das Thierreich, noch weniger auf das Pflanzenreich, am wenigsten auf die Mutter Erde selbst, gar nicht auf andere Gestirne. Er kann sich zerstören, Familien, ganze Völker vertilgen, einzelne Thierspezies, vielleicht auch Pflanzenarten ausrotten, — er stört wenigstens die Pflanzenarten, brennt Wälder nieder, wirft oft Pflanzen und Thiere verschiedener Klimate durcheinander und verkrüppelt sie in Treibhäusern, macht Pflanzen und Thiere unfruchtbar und nennt sie dann schön und ihr Fleisch ausgezeichnet; das Leben der unorganischen Natur aber vermag er nur oberflächlich anzugreifen; ihren cyklopischen Mächten kann er nicht beikommen. Er ist im Stande, ein organisches Leben zu zerstören, das er nie wieder erzeugen kann! — aber die chemischen Elemente kann er weder erzeugen noch zerstören. Das Wasser hält seinen Kreislauf aus dem Meere auf das Land und von da zurück zum

Meere nach wie vor, ob der Mensch Sümpfe austrocknet oder Berge abträgt; die elektrischen und mechanischen Kräfte gehen ihren gesetzmäßigen Gang fort, und die Schwerkraft lacht der Leichtigkeit seiner Einfälle. Stünden sie unter seiner Anordnung, er hätte wohl längst die Erdkugel mit Allem was darauf ist, nach allen Winden zerstreut."

„Wie viel größer und durchdringender ist dagegen der Einfluß, welchen wir von der übrigen Natur empfangen haben und noch immer empfangen und erleiden. Wie wir aus ihr erzeugt wurden, so wieder erzeugen wir uns noch beständig aus ihr. Ihren Gang schlagen wir fortwährend ein, indem wir uns entwickeln, geistig und körperlich. Von der Pflanze zum Thier, vom Traum zum Bewußtsein, von dem Triebe zum Willen geht unser Weg, wie dort." (g.)

Allein es wäre unrichtig, wollte man den Menschen sich ohne erfolgreiche Gegenwehr abhängig denken von den Sinneswahrnehmungen, von der äußern Umgebung und ihrem Einflusse. Die äußeren Anregungen bewirken viel, aber die inneren sind mächtiger. Schiller vermochte in seinem „Tell" schweizerische Eigenthümlichkeit zu schildern, wie es kaum besser ein Eingeborner des Landes thun könnte, — und doch blieb dieses Land für ihn nur ein Ziel der Wünsche; nie fand er Gelegenheit, es mit leiblichen Augen zu schauen!

Wahrlich, nicht Unrecht hat das deutsche Volk, wenn es seinen Schiller als Lieblingsdichter sich erwählt hat! Lehrt doch sein Beispiel zu gleicher Zeit: wie ernster Fleiß und wohlgeleitete Arbeit die Hindernisse überwinden, — und wie des geistigen Auges prüfende Umschau so volles Verständniß zu gewinnen vermag, daß dieses den fehlenden leiblichen Sinneseindruck ersetzt. Schiller's idealer Gedankenflug entbehrte nie der mit zäh ausdauernder Arbeit vorher gewonnenen realen Grundlage. Es ist nicht ein geschickt erhaschter Glücksfall, daß er im „Tell" jede Schattirung des politischen Partei-Treibens, im „Demetrius" die Vorzüge und Schwächen der polnischen Nation, im „Wallenstein" des damaligen Zeitalters Eigenthümlichkeiten scharf und bestimmt wiederzuspiegeln verstand, — sondern es ist seine durch sorgfältige, naturwissenschaftlich genaue Vorstudien gewonnene Einsicht in die Verhältnisse, welche ihn befähigt, Land, Volk und Zeit so zu beurtheilen, als ob er ihr Genosse wäre. — In dieser Richtung verdient Schiller ein Vorbild zu sein für jeden Strebenden. Auch unsere Sinneswahrnehmungen und Beobachtungen sollen nicht oberflächlich und ungenau, sondern in das Einzelne eindringend mit

Achtsamkeit und Schärfe ausgeführt werden. Dann erst gewähren sie Unterlagen zur richtigen Beurtheilung der Umgebung. Dann erst gewinnen wir durch sie die Möglichkeiten geistiger Freiheit und der Herrschaft über die Verhältnisse. Wie „der Wille siegt" über den Körper, so soll der Geist siegen über äußeres Hemmniß.

Wer nicht in solcher Weise seiner Sinneswerkzeuge Leistungen verwerthet, dem kann Sinnesfreude zur Klippe werden, — dem droht Verlust der geistigen Selbstständigkeit, dem gestaltet sich die Umgebung zur Fessel. — Mit des Geistes Steuer ist die sinnliche Welt unser Bundesgenosse im Lebenskampfe; ohne diese Beherrschung wird sie zur Feindin! Dies lehrt das Leben der einzelnen Menschen, — dies lehrt nicht minder das Leben der Völker.

Wirklich scheint sich in manchen Ländern Aufblühen und Verfall bei Erde und Volk zu verschwistern. Die vielgerühmten Gärten des alten Rom sind dahin und die starre Wüste der Campagna umgibt heute die Trümmer einstiger Größe. Nicht mehr führt die via sacra durch üppiges, von Villen und Parken unterbrochenes Land; die alten Wasserleitungen sind zertrümmert; mit ihnen zugleich brach der weltherrschende Volksstamm zusammen. Ein entartetes, der Cultur entfremdetes Mischvolk siecht heute sein Dasein auf den Ruinen der Riesenstadt weiter. Mit der Cultur des Erdbodens schwand auch die Civilisation. — Aehnliches, mindestens nicht widerstreitendes, bietet uns Griechenland. Auch hier leidet der Landstrich an Verödung — ebenso wie das Geistesleben des Volkes. Die Nachkommen der Perikles und Themistokles sind gesunken; statt der ehemaligen Helden für das Vaterland werden Straßenräuber und Gurgelabschneider berühmt. — Auch Egypten zeigt Entsprechendes. Die Canäle der Pharaonen sind verschüttet; mit dieser Herrscherfamilie und ihrer Leidenschaft für Architektur und Denkmäler ging die frühere Neigung des Volkes für Gartenbau unter. Künstlich nur war dem mageren Boden ein üppiges Pflanzenleben abgewonnen, und sobald die schützende Hand fehlte, verschlang es die Welle des Wüstensandes. Aber Klima, Erdboden und Pflanzenleben sind gerade in Egypten fast dieselben heute wie vor Jahrtausenden; der Nil steigt und fällt noch wie ehedem; seine Ueberschwemmungen befruchten noch ebenso; es fehlt nur die industrielle und geistig gebildete Bevölkerung, dies zu benutzen. — Die Beschaffenheit der Erdrinde jener drei Länder hatte zum Emporblühen der Nationen die nöthigen Unterlagen gegeben oder sich abringen lassen; aber die herrlichste

Umgebung, die günstigsten Bedingungen des Erdbodens, die glänzendste Gelegenheit zur Kraftentwickelung werden das Volk nicht vor Verfall bewahren, welches nicht selber vor der Auflösung sich zu schützen vermag. Der Charakter des Volkes kann die äußeren Verhältnisse ebenso beherrschen, wie Kenntnisse, fester Wille und Charakter des Einzelnen. Sinneswahrnehmungen sind nur dann geistige Bausteine, wenn der Geist auch planmäßig baut.

Fehlt aber dem Einzelnen Charakterfestigkeit, gibt er sich sorglos und unbewacht dem sinnlichen Genusse hin, legt er der Sinnesempfindung nicht mehr den ihr gebührenden untergeordneten Werth als „Mittel" für geistige Arbeit bei, sondern erhebt er sie zum „Selbstzweck", dann wird sie ihn herabziehen in den Pfuhl des Aeußerlichen und Alltäglichen, und er wird in Sinnenlust verkommen und versinken. Gleiches widerfährt unter ähnlichen Verhältnissen dem ganzen Volke. — Die Hauptstadt des Morgenlandes müßte heute am Hellespont liegen, an jener Stelle, an welcher einst das stolze Byzanz der Welt Gesetze vorschrieb. Noch sind die Trümmer großartig, noch überwältigen den Beschauer die Reste früherer Macht und Lebensherrlichkeit. Aber heute liegt dort das in Schmutz und Lärm verkommende Constantinopel mit seinem Labyrinthe krummer Gäßchen; heute verfault dort in Unthätigkeit die türkische Flotte; heute verkommt dort ein begabtes, tapferes Volk. Noch immer ist die Natur so reich und willig wie ehemals, aber die Bewohner jener Länder sind nicht mehr dieselben. Ein nomadisirender Volksstamm erhält nur seine geistige Frische und Schnellkraft, so lange er immer von neuem gestählt wird durch den Kampf mit den Mühseligkeiten des Lebens. Wird seine Wanderung unterbrochen und er zu festem Wohnsitze genöthigt, so fehlen ihm die Eigenschaften, sich zu einem Mittelpunkt neu emporblühender Cultur zu gestalten, — Eigenschaften, welche das seit langem seßhaft gewesene Volk durch vererbte Massenerziehung empfing. Hat aber gar der Gesetzgeber und Prophet dieses Volkes dessen Hang nach Sinnengenuß durch religiöse Satzung zu verklären gesucht, so wird das, was dem Nomaden einst ein Trost inmitten harter Entbehrung war, was ihn fanatisirte zur Ausdauer und zum Heldentode, dem seßhaft gewordenen Volke zum verweichlichenden Gifttranke, und des Anhaltes in der Familie, des freien Blickes in die Zukunft entbehrend, verkommt es durch „Harem" und „Fatum". Vergeblich suchen einzelne bedeutende Geister es emporzuraffen. Man müßte den Muselmann wiederum zur asiatischen Steppe führen,

sollte er neue Lebenskraft gewinnen. In Europa wird er vermuthlich ebensowenig civilisatorische Thatkraft üben, als seine Brüder anderwärts. — Eine Warnung aber liegt in dieser Thatsache für Jeden: zu erkennen, daß die Sinnesempfindung nicht selbstständiger Bildungszweck sein darf, sondern nur „Brücke" zu Edlerem.

---

a. Jahresbericht über die königliche Blindenanstalt zu Dresden auf das Jahr 1862. Von der Anstaltsdirection: Dr. K. A. Georgi. (S. 49 bis 51.) — **b.** Graf Escayrac de Lauture »Reise in den Orient«. Vergl. C. Reclam, »Geist und Körper in ihren Wechselbeziehungen«. Leipzig 1859. (Seite 72 bis 84.) — **c.** Die Trennung zwischen Form und Farbe bei Kunstwerken ist Bedürfniss für den, der nicht gedankenlos geniessend sich ihnen gegenüber verhält, sondern über die Ursachen der Einwirkung sich Rechenschaft gibt. Wenn der Bildschmuck der Wandungen im Innern byzantinischer Bauwerke, z. B. im Dom zu Speyer, uns nicht unangenehm berührt, so liegt der Grund in der Einfachheit und grossen Uebersichtlichkeit der Bauform; sobald diese zusammengesetzter wird, wie in der gothischen Apollinariskirche zu Remagen am Rhein, fühlen wir uns von der gleichzeitigen Einwirkung von Farbe, Bild und Form nicht mehr angemuthet, und wenn die reiche Gothik der Sainte Chapelle zu Paris auch noch mit Gold und schreiender Farbe prahlt, so wirkt dies geradezu widerlich. Dagegen kann die Farbe auch im gothischen Style reizvoll sein, wenn sie in matten Tönen nur zur grösseren Klarheit und Uebersichtlichkeit der Formen beiträgt, wie in der Kirche Nôtre-dame zu Paris. Immerhin werden die einfarbigen uns die Schönheit ihrer Innenräume würdiger zeigen, wie die Dome zu Köln, Ulm, Constanz, Salem, und auch Strassburg. Wenn man Statuen mit Farbe anmalt, so vernichtet man die Schönheit des plastischen Kunstwerkes. Der englische Bildhauer J. Gibson kämpfte nur scheinbar gegen diese Anschauung, als er 1862 in der Londoner Weltausstellung mit dem Wahlspruche »Formae dignitas bonitate coloris tuenda est« (Die Würde der Form möge durch Farbe beschützt werden), eine »Helena« mit dem Apfel, eine »Pandora« und einen »Cupido« ausstellte; seine Färbung bestand nur in leichten Parallel-Strichen verschiedener Farbe und Richtung, liess überall den Marmor noch als solchen sehen und überzog also die Form nur wie ein durchsichtiger, enganliegender Farbenschleier. Dadurch wurden die Statuen belebt; Fleisch und Gewand schieden sich von einander, — aber nur in der Phantasie des Beschauers, nicht in grober Wirklichkeit. Der angebliche Beweis für die Unschädlichkeit der Farbe gegen die Schönheit der plastischen Form schlug also in das Gegentheil um. — Am unangenehmsten wirkt derbe Farbe, welche die sinnliche Realität wiedergibt, im engum-

schlossenen Rahmen. In Leipzig hatte der Bildhauer Knauer als Schild der Marien-Apotheke eine »Himmelskönigin« gearbeitet. Im weissen Marmor, mit durchbrochener Krone unter einem Baldachin mit zartem durchbrochenen Rankenwerk, war das Kunstwerk schön und die lieblichen Formen des Madonnen-Kopfes entzückten alle Beschauer. Als Krone und Baldachin vergoldet, die Madonna ganz naturgetreu angemalt und über der Apotheke eingemauert war, da — schaute ein Bauernweib im rothen und blauen Gewande zu einem goldenen Fenster heraus! — Umgekehrt kann die Farbe das Uebermenschliche uns nähern. Beim Einzug der siegreichen Truppen war 1871 in Dresden eine »Germania« mit wehender Fahne auf dem Altmarkte aufgestellt. Ein weisses Gespenst! Die Künstler fühlten dies und griffen zur Farbe. Als nun zu Füssen des vaterländischen Genius das Marktgewühl sich gestaltete, schien die schöne Gestalt zum Volke zu gehören, — und die Blumenverkäufer gemahnten unwillkürlich an dargebrachte Opfer. — **d.** C. Reclam »Geist und Körper« S. 65. Der Kranke war der 1865 verstorbene geistreiche Geheimerath Neigebaur in Breslau, früher preuss. Generalconsul. — **e.** Das Märchen der »angebornen Vorstellungen« ist vor dem Lichte heutiger Erkenntniss vergessen. Schopenhauer, welcher den Willen als das Grundprinzip aller Dinge bezeichnete, wollte auch in allen Vorgängen im lebenden Leibe nur die äusseren Folgeerscheinungen des Willens sehen; die Hirsche sollten lange Beine erhalten haben durch den Willen zum Laufen, die Ochsen Hörner durch den Willen zum Stossen. Hätte doch der Philosoph an sich selber probirt, ob er durch den Willen zum Fliegen etwa Flügel bekäme! Vielleicht hätte er dann richtiger den Werth seines philosophischen Systemes, gegenüber der systemlosen Naturerkenntniss mit Hülfe der Beobachtungen und Experimente erkannt. Im »Kampfe um das Dasein« bleiben nur die guten Kämpfer übrig. Die Hirsche mit kurzen Beinen und die Stiere ohne Hörner erliegen den kräftigeren Genossen, welche der Mittel zum Kampfe nicht entbehren. So bildet sich von selber eine »Zuchtwahl«, welche die Vorzüge vererbt und das »Causalprincip« wieder zu Ehren bringt. – **f.** Jtard, sur les maladies de l'oreille et de l'audition. (Froriep Not. 1822. I. Nr. 22). – **g.** Huschke in Reclam's »Kosmos, Zeitschrift für angewandte Naturwissenschaften«. 1857. Nr. 4.

Der Tastsinn.

[Die verschiedenen Gefühlsempfindungen. — Schmerz, Tasten. — Die Haut. — Feinheit des Tastsinnes ist meßbar. — Vertheilung der Enden der Gefühlsnerven auf der Haut. — Die Tastempfindung hängt ab von der Bewegung des tastenden Gliedes und von dem Nervenreichthum des tastenden oder betasteten. — Das Ortsgefühl; Wärmegefühl; Gewichtsgefühl. — Vorstellung der Form. — Tastsinn bei drei Einsinnigen.]

Kein Thier hat ein so ausgebildetes Tastorgan, wie es der Mensch mittelst der großen Beweglichkeit in den Gelenken der Schulter, der Arme und der Finger besitzt. Was die Fühler der Insekten im Kleinen, das sind unsere Arme im Großen. Der Blinde sieht mit dem Stocke.

Die Gefühlsnerven selber empfinden nicht; sie leiten nur gewisse Veränderungen ihrer Zustände weiter und bringen sie unter der besondern Empfindung des **Gefühles** zu unserem Bewußtsein. Aber diese Gefühle werden von uns in sehr verschiedener Weise aufgefaßt.

Je nach Stärke und Heftigkeit einer Berührung empfinden wir **Kitzel** oder **Schmerz**; — davon verschieden ist das **Tastgefühl**, durch welches wir den Grad der Festigkeit und die mehr oder minder glatte Oberfläche eines Gegenstandes wahrnehmen: entweder indem wir den Gegenstand betasten, oder indem er sich an der empfindenden Oberfläche unseres Körpers vorbeibewegt. Findet nicht eine solche vorübergleitende Bewegung statt, so vermögen wir auch nicht aus den aufeinander folgenden kleinen Stößen, welche wir erhalten, auf die Rauhheit — oder aus dem Mangel dieser Stöße auf die Glätte — der Oberfläche zu schließen; sondern indem der fremde Körper unverändert unserer Haut anliegt, messen wir durch das **Wärmegefühl** den Unterschied zwischen seiner

Temperatur und der unseren, — und erfahren vielleicht, wenn er frei auf unserer Haut aufliegt, indem wir uns an frühere ähnliche Belastungen erinnern und sie mit der gegenwärtigen vergleichen, durch das Druckgefühl, wie schwer ungefähr der auf uns ruhende Körper ist. — Wir wissen aber auch, an welchem Körpertheile eines dieser genannten Gefühle in uns erregt wird; wir wissen genau, ob man uns in den Fuß, in den Rücken, in die Hand, in einen Finger sticht, denn in Folge vielfach wiederholter Gefühlswahrnehmungen und Beachtung des Ortes, an welchem sie geschahen, hat sich bei uns allmälig ein Ortsgefühl ausgebildet, vermöge dessen wir meistens ziemlich richtig die Stelle angeben können, auf welcher eine Empfindung auf uns einwirkt, ohne daß wir uns mit dem Auge über dieselbe vergewissern oder mit der Hand nach ihr greifen. — Endlich gewähren uns unsere Gefühlsnerven noch die Möglichkeit, uns über den Zustand unseres eigenen Körpers im Allgemeinen zu unterrichten: das Gemeingefühl belehrt uns durch Wohlbehagen oder Mißbehagen über unsere jeweiligen körperlichen Zustände. (a.)

Unsere verschiedenen Gefühlsempfindungen zerfallen also in das Gefühl für Tasten, Wärme-Unterschiede, Druck, Körperstelle, Kitzel, Schmerz und allgemeinen Körperzustand. Diese gesammten Empfindungen werden vermittelt durch die aus den hinteren Wurzeln des Rückenmarkes (Fig. 66, 1) abgehenden Nerven, — durch den dreiastigen Nerv (Fig. 68, 5 und die Tafel „die Nerven der Zunge"), — durch den Schlundzungennerv (Fig. 68, 9), — den Lungenmagennerv und den Bei-Nerv (Fig. 68, 10 und 11). —

Kitzel, Gemeingefühl und Schmerz hält man für verschiedene Arten einer und derselben Gefühlsgattung. Von ihnen ist nur der „Schmerz" genauer untersucht. Er wird hervorgerufen durch Elektricität von bestimmter Stärke, durch chemische Stoffe (Säuren, Alkalien, Salze, Alkohol) in unverdünntem Zustande, durch mechanische Einwirkungen (Druck, Zug, Knipp, Stich, Schnitt), welche um so schmerzhafter sind, je langsamer sie vor sich gehen, — und endlich durch Wärmeunterschiede, welche letzteren bereits bei einer Steigerung der Hautwärme bis zu $+ 48^{0}$ C. ($= 40^{0}$ R.) und einer Erniedrigung bis auf $+ 11^{0}$ C. ($= 9^{0}$ R.) Schmerzen erregen können.

Die Höhe der Schmerzempfindung hängt theils von der Menge der gleichzeitig erregten Nervenröhren ab, also vom Einwirken des Angriffes auf einen größeren Raum, — theils von der Zeitdauer. Wärme-

grade, welche nahe an der Schmerztemperatur liegen, können oft minutenlang einwirken, bevor Schmerz eintritt. — Der Schmerz dauert oft eine Zeitlang fort, nachdem die Einwirkung aufgehört hat, und bald besteht diese Nachempfindung in gleicher Weise fort, bald ist sie dumpfer und schwächer, als früher, bald ist sie auch eine andere und kommt, selbst wenn vorher mechanische Einwirkungen stattgefunden haben, dem brennenden Gefühle durch erhöhte Temperatur nahe.

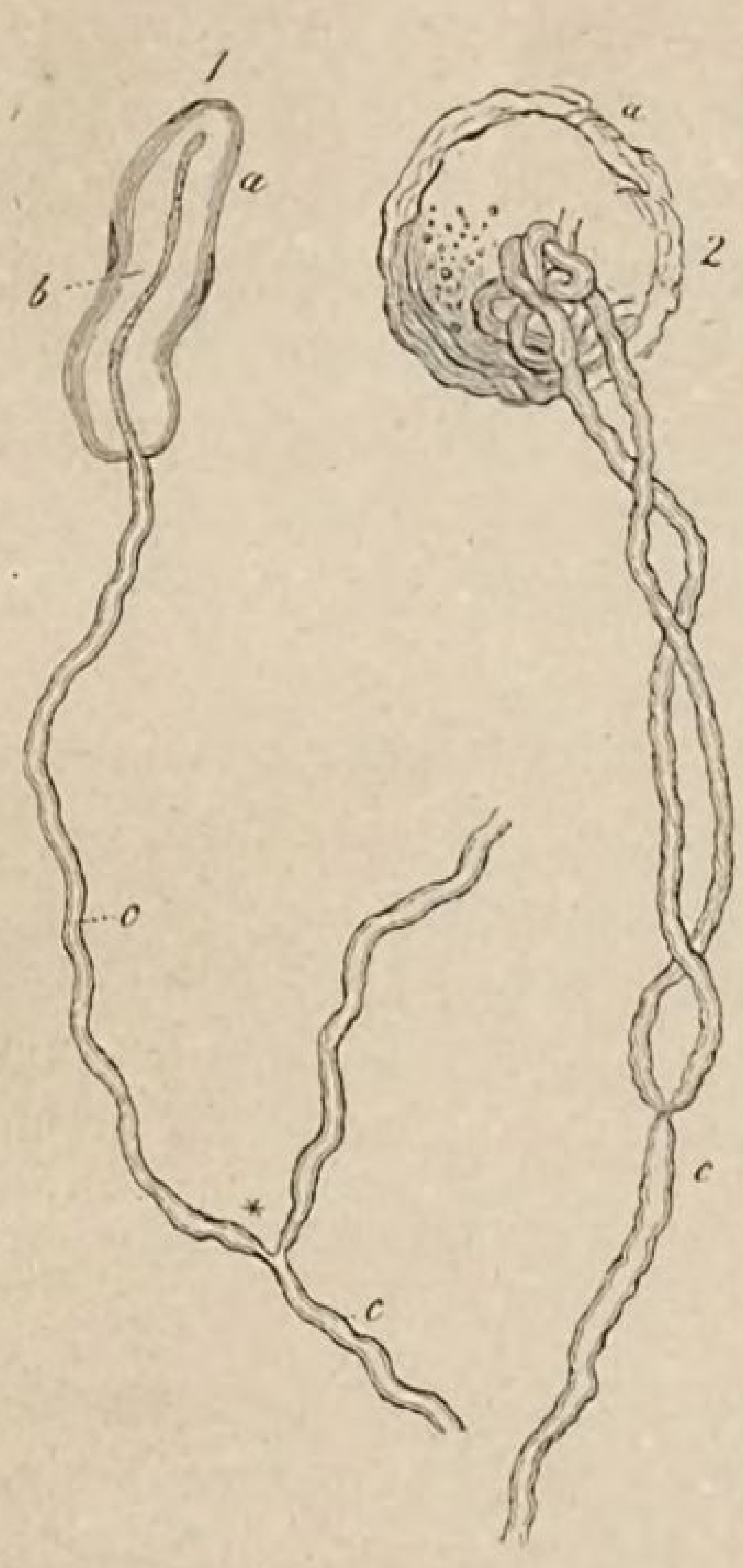


Fig. 83. Endkolben der Empfindungs-Nerven aus der Bindehaut des Auges.
1 vom Kalbe. 2 vom Menschen.

Fast immer ist die Schmerzempfindung mit einer Ortsempfindung verknüpft, und diese wird, wie früher erwähnt, von uns immer in das Ende des schmerzenden Nerven verlegt, z. B. bei Druck auf den Ellenbogennerven (Fig. 5, 2) in die Gegend des 4. und 5. Fingers, auch wenn der Druck am Ellenbogen stattfand.

Wir nehmen „Schmerz" und „Tastempfindung" mit verschiedenen Nerven wahr und vermögen das Gefühl für beide von einander zu trennen. Der Verfasser dieser Zeilen konnte bei Versuchen über die Wirkung der eingeathmeten Dämpfe des Schwefeläther sich in soweit unempfindlich für Schmerz machen, daß er brennenden Schwamm auf der Haut seines Armes liegen ließ, ohne daß dies Unbehagen machte; dabei war aber nur das Schmerzgefühl betäubt, die Sinneswahrnehmungen blieben ungetrübt: er sah den Schwamm brennen und rauchen, — er roch den Rauch des brennenden Schwammes und den eigenthümlichen (dem brennenden Horn ähnlichen) Geruch seiner eigenen verbrennenden Haut, — er hörte das Knistern

des Brandes und die Gespräche der Anwesenden, — er konnte endlich durch Tasten unter dem Tische vorgehaltene Geldstücke, Uhr, Zifferblatt und guillochirte Rückfläche der Uhr unterscheiden. Der Schmerz war also aufgehoben und nicht das Tasten: die Empfindung beider wird durch getrennte Organe vermittelt; die Tastempfindung gehört zu den Sinnen.

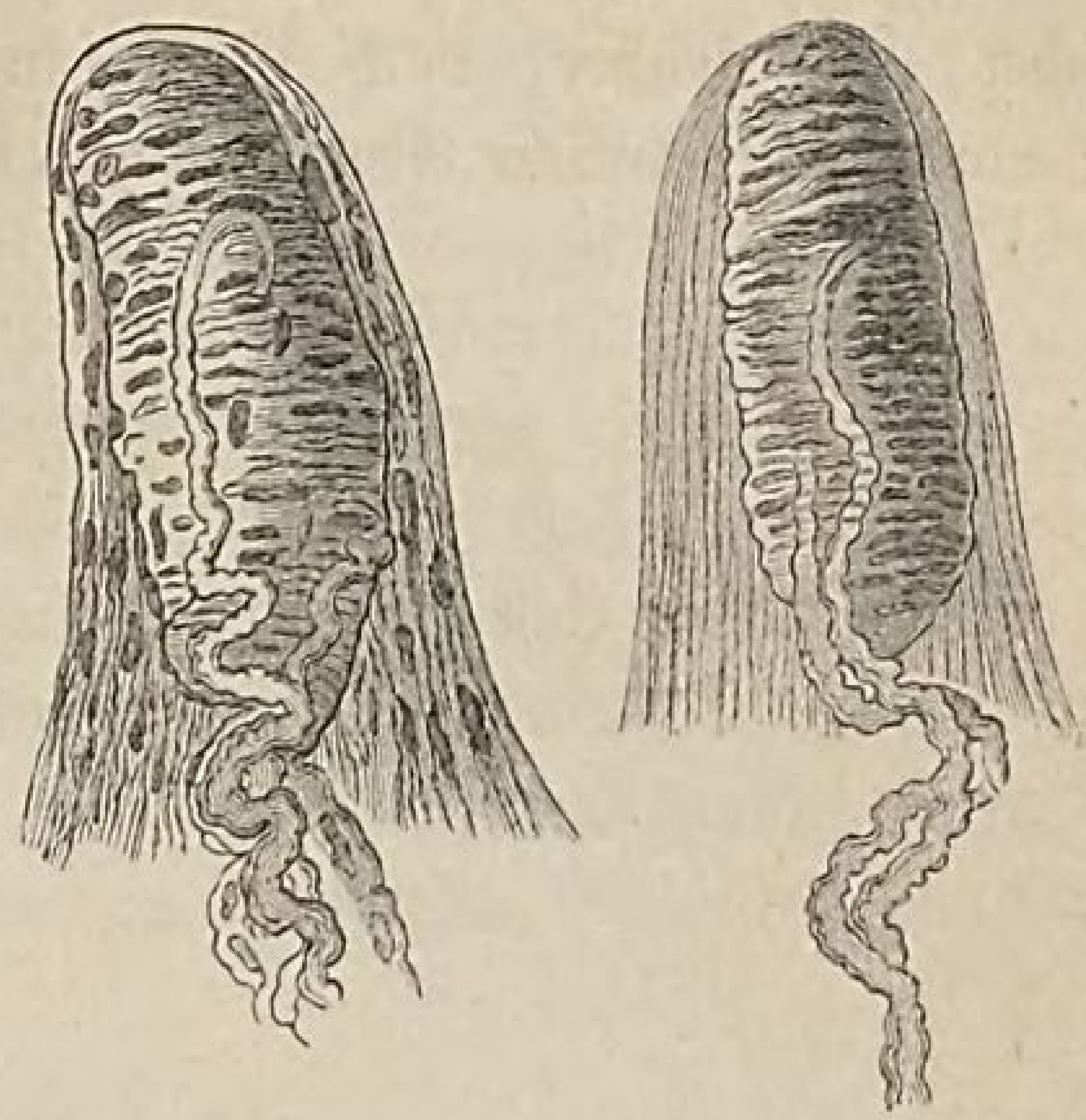


Fig. 84. Tastkörperchen aus der äußeren Haut des Menschen.

Diejenigen Nerven, welche das Gemeingefühl, die Empfindung des Kitzels und des Schmerzes, vielleicht auch die Empfindung der Wärme theilweise vermitteln, endigen in einen Endkolben (Fig. 83). Sie finden sich vorzugsweise in den Schleimhäuten, z. B. in der Bindehaut des Auges, welche für Tastempfindung fast unfähig ist und selbst Schmerzen in weit geringerem Grade empfindet, als man glauben sollte. Die eigentliche Tastempfindung dagegen ist Nerven anvertraut, welche an verschiedenen Stellen der äußeren Haut, namentlich an der Spitze der Finger und der Zunge, in kleine Körperchen, den „Tastkörperchen", endigen (Fig. 84).

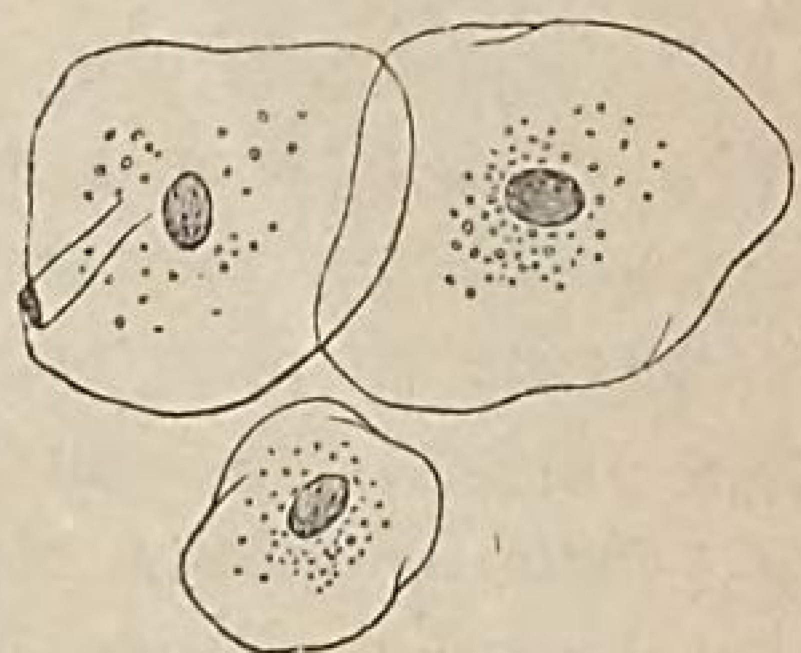


Fig. 85. Zellen aus der Haut der Mundhöhle.

Dieselben bestehen aus einem länglichen kolbenartigen Gebilde, welches das Ende der Nerven umgibt. Bei der großen Schwierigkeit, welche sie der mikroskopischen Untersuchung entgegensetzen, ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Form zu erkennen, in welcher der Nerv endet. Er verschwindet dem Auge des Betrachtenden inmitten des mit breiten Querschatten charakterisirten länglichen Körperchens. Das Tastkörperchen steckt in einem Ueberzug von dünner Haut, mit ziemlich regelmäßig der Länge nach neben einander liegenden Faserstreifen. Diese kleinen Hohlkegel nennt man Papillen.

Um den Ort, an welchem sich die Tastkörperchen und Papillen befinden, genauer bestimmen zu können, müssen wir einen Blick auf den anatomischen Bau der menschlichen Haut werfen. (b.)

Die Haut, welche unsern Körper überzieht, ist keineswegs ein einfaches, sondern ein vielfach zusammengesetztes Gebilde. Nach außen besteht sie aus einer vielfachen Schicht von Zellen. In der Haut der Mundhöhle sind diese Zellen groß (Fig. 85), weil sie daselbst feucht bleiben und günstige Wachsthumsbedingungen finden; in der äußern Haut des Körpers sind sie kleiner, eckig, aneinander abgeplattet und hornartig eingetrocknet. Wie unsere Nägel, so besteht auch die äußere „Oberhaut“ aus einem dem Horn der Thiere ähnlichen Stoffe; — sie ist deshalb durchscheinend und für Wasser wenig durchdringlich. (Diese Schicht der Oberhaut sieht man auf der Tafel „Menschliche Haut“ mit a bezeichnet.) Unter ihr liegt eine Schicht aus elastischen Fasergebilden, welche vielfach verschlungen (gleich-

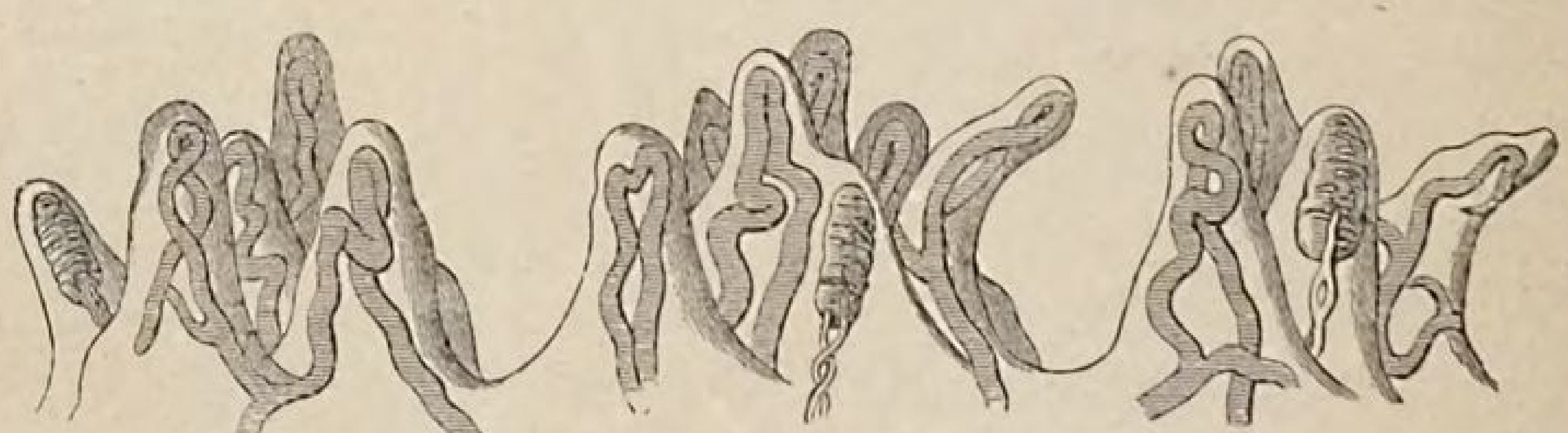
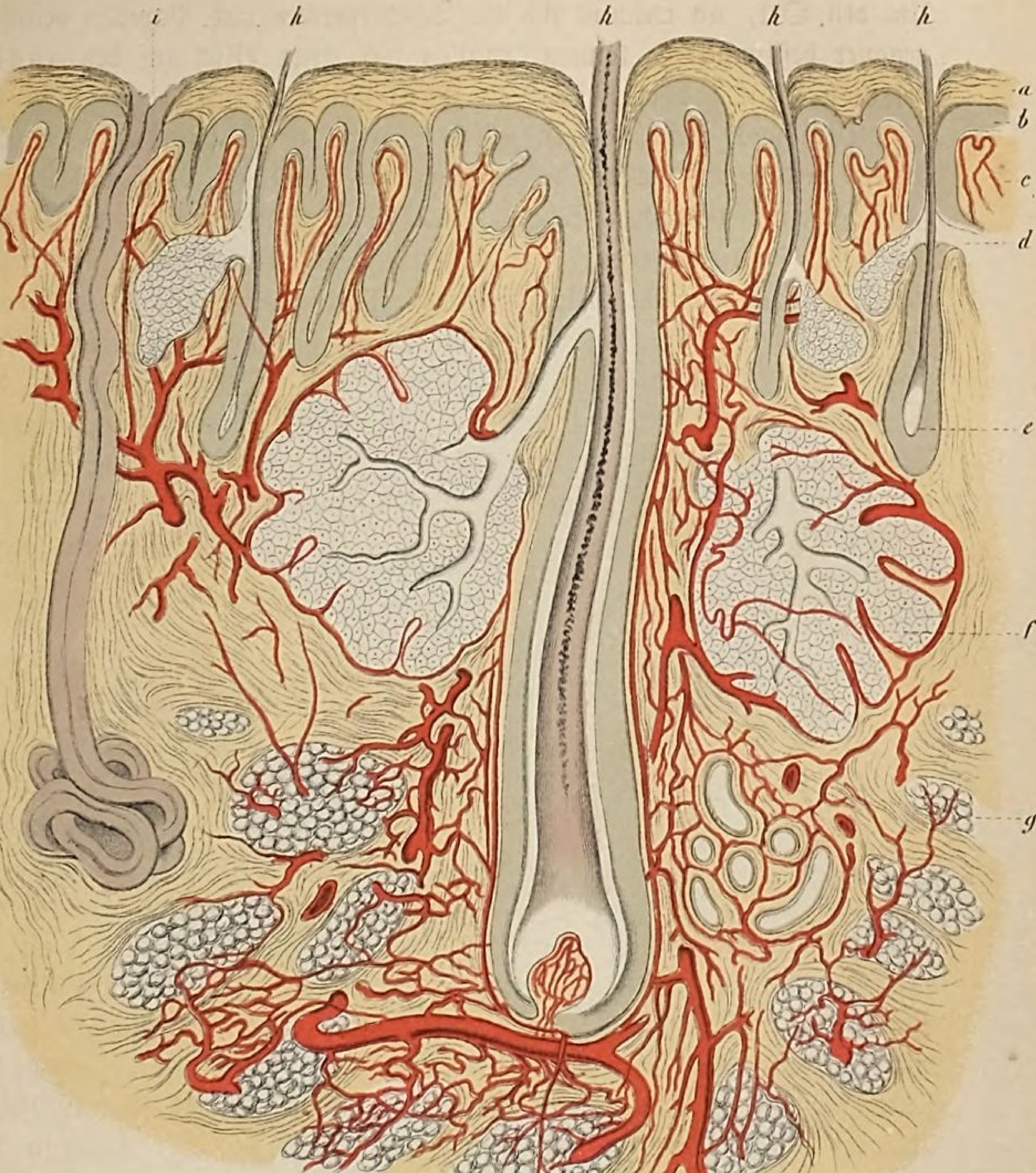


Fig. 86. Papillen der äußeren Haut mit Schlingen der Haargefäße und Tastkörperchen.

sam unter einander verfilzt) sind; diese zweite, dickere Schicht heißt die Lederhaut, weil man aus ihr von Thierfellen das zu industriellen Zwecken verwendete Leder herstellt. (Auf der Tafel „Menschliche Haut“ würde sie etwa die Dicke von b bis e haben.) Unter der Lederhaut befindet sich lockeres Bindegewebe, in dessen Hohlraum sich Fett in Zellen ablagert und in welches die Schweißdrüsen so wie die Wurzeln der größeren Haare hineinragen. Sowohl die Lederhaut, als das fettreiche „Unterhaut-Bindegewebe“ enthalten ziemlich viel Blutgefäße. Die letzteren beiden der drei genannten Hautschichten gehen allmälig in einander über, so daß keine bestimmte Grenze zwischen ihnen besteht. Anders ist das Verhältniß zwischen der Lederhaut und der Oberhaut. Die Oberhaut ist nur nach außen hornig eingetrocknet, hart; nach innen (gegen die Lederhaut hin) ist sie von dieser ernährt und durchfeuchtet und besteht daher dort aus einer weichen Schicht. In diese weichere Schicht nun ragen die



Menschliche Haut in 50 facher Vergrösserung.

Mikroskopisches Praeparat von Prof. Thiersch
gezeichnet von Schmiedel.

a. Oberhaut *b.* Lederhaut *c.* Hautpapille *d.* Talgdrüse,
sich mündend in *e.* Haarbalg *f.* Talgdrüse *g.* Fettzellen
h. Haare *i.* Schweissdrüse.

Reclam d. Leib des Menschen — Stuttgart: K. Thienemann's Verlag.

Art. Anstalt v. E. Hochdanz, Stuttgart.

Papillen mit den Tastkörperchen und den Blutgefäßschleifen, welche sie führen, hinein, so daß die obere Schicht der Lederhaut wie mit einem feinen rothen Sammet überzogen aussieht, wenn man die Oberhaut entfernt.

Die Papillen stehen truppenweise beisammen (Fig. 86); die Mehrzahl enthält Schlingen sehr feiner Blutgefäße, nur in wenigen finden sich Tastkörperchen. Ueberhaupt sind die letzteren ungleich über den Körper vertheilt. An der Innenfläche unserer Finger, welche bekanntlich für Tasteindrücke sehr empfindlich ist, enthält die Haut unseres Zeigefingers auf dem Raume einer Quadratlinie (etwa so groß, als der Querdurchschnitt eines reifen Roggenkornes) auf dem ersten, der Hand zunächst befindlichen, Gliede 15, — auf dem zweiten oder mittlerem Gliede 40, — auf dem dritten Gliede, welches die Fingerspitze bildet, 108. — Bei Neugebornen sind die Tastkörper noch nicht vorhanden; das neugeborne Kind hat daher noch keine Wahrnehmungen der Tastempfindung.

In Folge dieser ungleichen Vertheilung ist auch die Feinheit des Tastsinnes und der damit zusammenfallenden Ortsempfindung (d. h. der Fähigkeit, unmittelbar den Ort dem Gefühle nach zu bestimmen, an welchem ein Hautreiz auf uns einwirkt) sehr verschieden an den einzelnen Körperstellen. Man kann sich davon durch einen einfachen, aber schlagenden Versuch überzeugen.

Zwei abgestumpfte Cirkelspitzen werden gleichzeitig, mit gelindem Drucke, auf die Haut Dessen aufgesetzt, an welchem man die Feinheit der Tastempfindung prüfen will, und dann entfernt man (nachdem dem Betreffenden die Augen verbunden worden sind) die Spitzen von einander oder nähert sie. Auf allen Hautstellen werden die beiden Zirkelspitzen als „eine einzige" empfunden, wenn sie so weit einander genähert sind, daß nur eine geringe Zahl unter ihnen liegender Tastkörperchen ihren Druck erfahren; — entfernt man sie so weit von einander, daß die beiden Eindrücke, welche sie auf die Haut machen, eine größere Anzahl Tastkörperchen zwischen sich lassen, so vermag man deutlich zwei verschiedene Stellen zu empfinden, an denen der Druck ausgeübt wird. — (Man kann auch die beiden Cirkelspitzen nicht gleichzeitig, sondern nach einander aufsetzen und niederdrücken, — oder kann die eine der Spitzen mäßig erwärmen.)

Wenn man auf diese Art die Feinheit der Tastempfindung prüft, so findet man, daß der geringste Abstand, welchen zwei gleichzeitig auf-

Fig. 87.

Uebersicht der Feinheit der Tastempfindung
an verschiedenen Körperstellen.

(Die Entfernungen sind nach einem gläsernen „Normalmaaß von O. Sachse in Dresden" übertragen.

1. Zungenspitze . . . .
2. Beugeseite des dritten Fingergliedes . .
3. Rothe Haut der Lippen . . . . . . } Beugeseite des zweiten Fingergliedes
4. Rückenseite des dritten Fingergliedes } Nasenspitze . . . . Handteller den Fingern zunächst . .
5. Mitte der Zunge . . . . } Helle Haut der Lippen . . . . . .
6. Rückenseite des zweiten Fingergliedes } Backen . . . . Aeußere Fläche der Augenlider . .
7. Rückenseite des ersten Fingergliedes . } Haut über dem Wangenbeine . . .
8. Innere Lippenfläche, nahe am Zahnfleisch
9. Unterer Theil der Stirn . . . . . } Hinterer Theil der Ferse . . . . .
10. Handrücken . . . .
11. Kniescheibe und Umgegend . . . . .
12. Unterer Theil des Rückens . . . . } Unterarm . . . . Unterschenkel und Fußrücken . . .
13. Auf dem Brustbeine . . . .
14. Auf dem Rückgrat, Hals, Brust, Lende
15. Oberarm und Oberschenkel . . . . .

gesetzte Cirkelspitzen haben müssen, um noch als getrennt empfunden werden zu können, bei der Zungenspitze $1\frac{1}{10}$ Millimeter beträgt, — an der Beugeseite des dritten Fingergliedes $2\frac{2}{10}$ Mm., auf der rothen Haut der Lippen und auf der Beugeseite des zweiten Fingergliedes $4\frac{4}{10}$ Mm., — auf der Rückenseite des dritten Fingergliedes, auf der Nasenspitze und auf der den Fingern zunächst gelegenen Stelle des Handtellers $6\frac{6}{10}$ Mm., — in der Mitte der Zunge, auf der hellen Lippenhaut, $8\frac{8}{10}$ Mm., — auf der Rückenseite des zweiten Fingergliedes, auf den Backen, auf der äußern Fläche des Augenlides 11 Mm., — auf der Rückenseite des ersten Fingergliedes und auf der Haut über dem Wangenbeine $15\frac{4}{10}$ Mm., — auf der inneren Lippenfläche, nahe am Zahnfleische $19\frac{8}{10}$ Mm., am unteren Theile der Stirn, am hinteren Theile der Ferse 22 Mm., auf dem Handrücken $30\frac{8}{10}$ Mm., — auf der Kniescheibe und Umgegend $33\frac{2}{10}$ Mm., — am untern Theile des Rückens, auf Unterarm, Unterschenkel und Fußrücken in der Nähe der Zehen $39\frac{6}{10}$ Mm., — auf dem Brustbeine 44 Mm., — auf Rückgrat, Hals, Brust, Lende 50 Mm., — am Oberarm und Oberschenkel 50 bis 66 Mm.

Die Feinheit des Unterscheidungsvermögens für den Ort, an welchem die Haut berührt wird, — und mithin die Grenzen der Wahrnehmung, ob eine oder zwei Cirkelspitzen die Haut berühren, — ändert sich mit dem Zustande der Haut und der unter ihr befindlichen Organe. Bei gespannter Haut müssen die Spitzen um so viel weiter von einander entfernt werden, als man die Haut ausgedehnt hat. Auf der erschlafften, weichen Zungenspitze ist die Tastempfindung feiner, als wenn durch Zusammenziehen der Muskeln die Zungenspitze hart und fest geworden ist. — Ebenso müssen bei Kindern und bei zartgebauten Frauen geringer Körpergröße die Abstände der Cirkelspitzen etwas geringer sein, um Doppelempfindung auszuschließen. Die angegebenen Maaße sind bei erwachsenen, kräftiggebauten Männern gefunden worden.

An vielen Körperstellen, z. B. am Arm, empfindet man feiner, wenn die Cirkelöffnung in dem Querdurchmesser des Armes steht, als wenn sie im Längsdurchmesser sich befindet. —

Diese überraschende Thatsache kann man sich nur so erklären, daß die Nerven bei ihrem Auftreffen auf die Haut sich überwiegend strahlenförmig oder büschelförmig im Querdurchmesser ausbreiten, und daß mithin eine größere Anzahl Nervenenden in der Querrichtung neben einander liegt, als der Längsrichtung. — Um die Möglichkeit eines solchen Vorkommens

zu erkennen, braucht man sich nur einerseits den Gesammtverlauf des ganzen Nervensystems im Menschen zu vergegenwärtigen, andererseits die Richtungen kennen zu lernen, in denen die in der Haut befindlichen Muskeln und elastischen Fasern einen bestimmten Zug unausgesetzt auf die Haut ausüben.

Verlauf und Richtung sämmtlicher Stränge des ganzen Nervensystems sind bekanntlich so, daß die Nerven von Gehirn und Rückenmark als von ihrem Mittelpunkte nach allen Theilen des Körpers hin strahlenförmig sich ausbreiten: Fig. 88. Einen großen Theil des Kopfes nimmt (wie wir uns bereits Seite 28, Fig. 10 überzeugt haben) das Gehirn ein. Von hinten sieht man dasselbe von oben nach unten in rechte und linke Hälfte getrennt, welche durch die „Hirnsichel“ (S. 70, Fig. 39 und 40) von einander geschieden werden; zu oberst liegt das große Gehirn mit seinen Windungen, unter demselben das kleine Gehirn, dessen Windungen als Parallel-Leisten neben einander verlaufen; — zwischen beiden entspringt das Rückenmark (vergl. S. 121, Fig. 67), welches im Innern des von den Wirbelkörpern gebildeten Canales (vergl. S. 88, Fig. 49) als ein Strang etwa von der Dicke des Daumens herabläuft. Von dem Rückenmarke entspringen nun nach vorn und hinten Nerven, welche einen in der Hauptsache sehr übereinstimmenden, zum Theil sogar gemeinsamen Verlauf haben. Uns interessiren im vorliegenden Falle besonders die von der hintern Wurzel (S. 117, Fig. 66, 1) entspringenden Empfindungsnerven, welche der Haut ihr Empfindungsvermögen, also auch ihr Tastgefühl ertheilen. Die dicken Stränge, zu denen die einzelnen feinen Nervenröhren zusammentreten, sind aus Bewegungs- und Empfindungs-Nerven gemischt.

Es zeigt uns die Abbildung (Fig. 88) in der Gegend des Halses und des Unterleibes bedeutende Nervengeflechte, gebildet aus stärkeren Nervensträngen und schwächeren, seitlich sie verbindenden; diese Geflechte führen den Armen und Beinen ihre Bewegungs- und Empfindungs-Nerven zu. Zwischen ihnen sehen wir zu beiden Seiten die 12 Paare Brustnerven in der Richtung der Rippen verlaufen.

Wir bemerken aber auch, daß die Nerven dünner werden, je weiter sie sich von ihrer Ursprungsstelle entfernen. Diese Abnahme an Masse erfolgt dadurch, daß sie an Muskel und Haut Nervenröhren abgeben, wo dieselben in schon erwähnter Weise endigen. Es müssen also die einzelnen Nerven allmälig und gleichsam schichtenweise zur Haut gelangen, wo

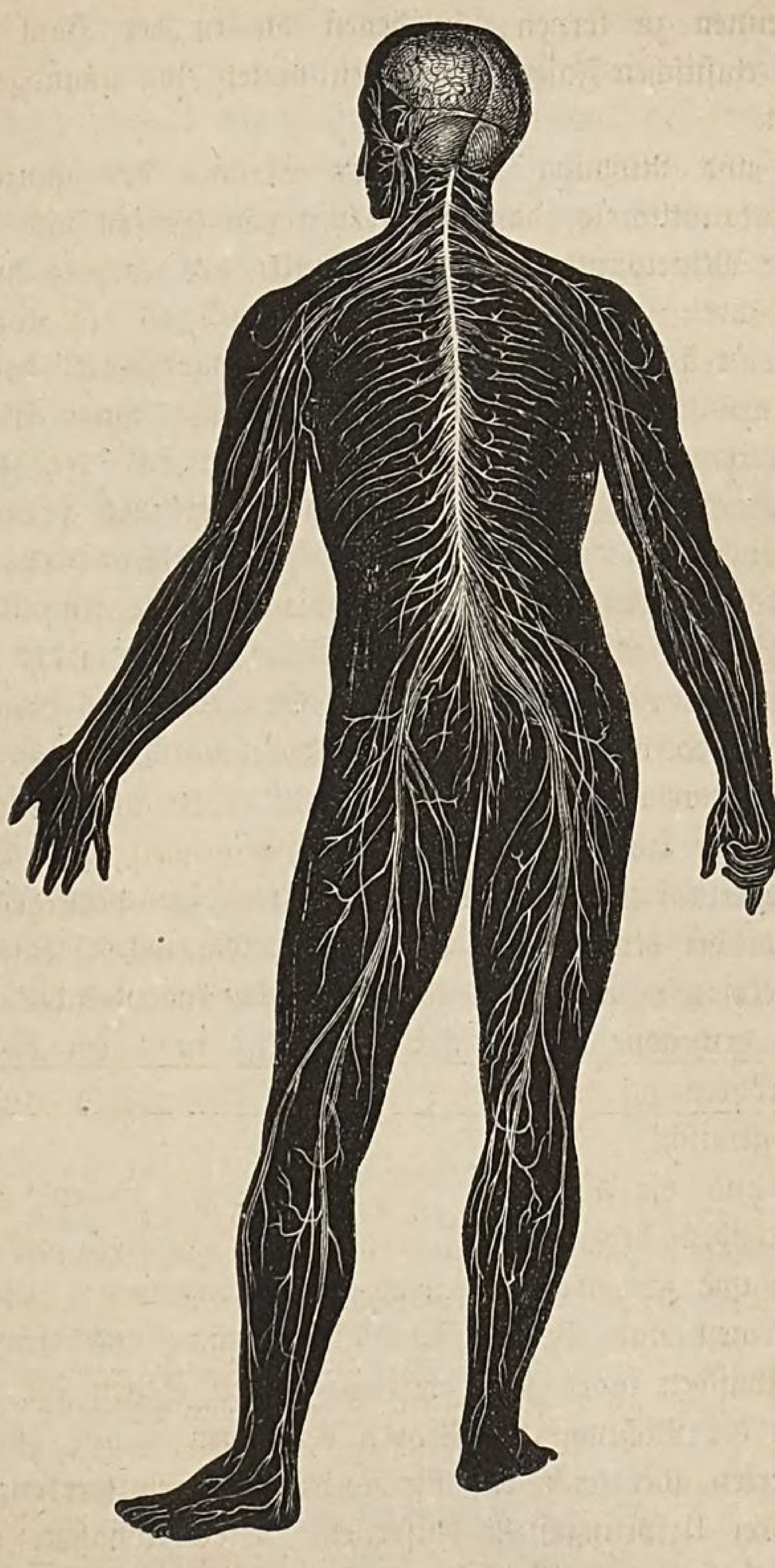


Fig. 88. Uebersicht über den Verlauf der gesammten Rückenmarks=Nerven.

immer je ein Nerv eine größere oder kleinere Fläche mit den empfindenden Fasern versieht.

Eine schöne Uebersicht dieser Verhältnisse gewähren uns die Abbildungen Fig. 89 und Fig. 90. — Wir können z. B. an Fig. 89 die Stellen verfolgen, zu denen die Halsnerven (1—6), die 12 Rückennerven (7—7′), das Halsgeflecht (13—17) und das Lendengeflecht (18—23) ihre Zweige entsenden, und gewinnen auch eine Vorstellung von der räumlichen Ausbreitung und Vertheilung der Nerven im Körper. (c.)

Die andere Hälfte der beiden Abbildungen lehrt uns die Richtung des Zuges, welchen die elastischen Bestandtheile unserer Haut beständig ausüben: an den Linien der Richtungen, in welchen die Haare wachsen.

Unsere Haare sind mit ihren Wurzeln ziemlich tief in die Haut eingepflanzt, wie dies die Tafel „Menschliche Haut" erkennen läßt. Ein Zug an der elastischen Haut, welcher die einzelnen Gebilde verschiebt, aus denen die Haut zusammengesetzt ist, muß nothwendig der unelastischen, steifen Haarwurzel eine schiefe Richtung zur Oberfläche der Haut geben und muß in Folge dessen auch das Haar in schräger Richtung aus der Haut hervorwachsen lassen. Diese Richtungen des Haarwuchses sind erst seit 1840 genauer beobachtet worden. (d.)

Man erkennt (und die Figuren 89 und 90 geben ein deutliches Bild davon), daß der Verlauf der Haare von einigen wenigen Mittelpunkten ausgeht, von denen aus das Haar sich gleichsam wie in Strömen über den Körper ergießt. Diese Mittelpunkte sind: der Kopfwirbel,

---

(Zu nebenstehender Figur.)

Fig. 89. Uebersicht der Nervenverbreitung in der Haut und Linien der Wachsthumsrichtung der Haare. (Hintere Fläche.)

1 Verbreitungsgebiet des hinteren Zweiges vom zweiten Halsnerven. — 2, 3, 4, 5, 6 dasselbe vom 3., 4., 5., 6., und 7. Halsnerven. — 7 bis 7′ hintere Zweige der zwölf Rückennerven. — 8, 9, 10 der 1., 2., 3. Lendennerv, — 11 der 4. und 5. Lendennerv und Kreuzbeinnerv. — 12 Zwischenrippennerven. — 13 Halsgeflecht, und zwar: 13′ kleiner Hinterhauptnerv und großer Ohrnerv, 13″ die herabsteigenden zwei Hautnerven des Halses und die Oberschlüsselbeinnerven. — 14 Der umbiegende Hautnerv vom Achselnerven. — 15 Der innere Hautnerv und 16 der mittlere (welcher jedoch schon weiter oben zur Haut tritt, als die Grenze zwischen beiden Nervengebieten hier bezeichnet ist). — 17 Der äußere Hautnerv oder Radialnerv. — 18 Hautzweig des Schenkelnerven. — 19 Hüftnerv aus dem Kreuzbeingeflecht (der stärkste Nerv des Körpers). — 20 Hüftlochnerv aus dem Lendengeflechte. — 21 Aeußerer Wadennerv. — 22 Innerer Wadennerv. — 23 Zweig der Schienbeinnerven, von welchem auch 24 der hintere, 25 der innere und 26 der äußere Sohlennerv entspringen.

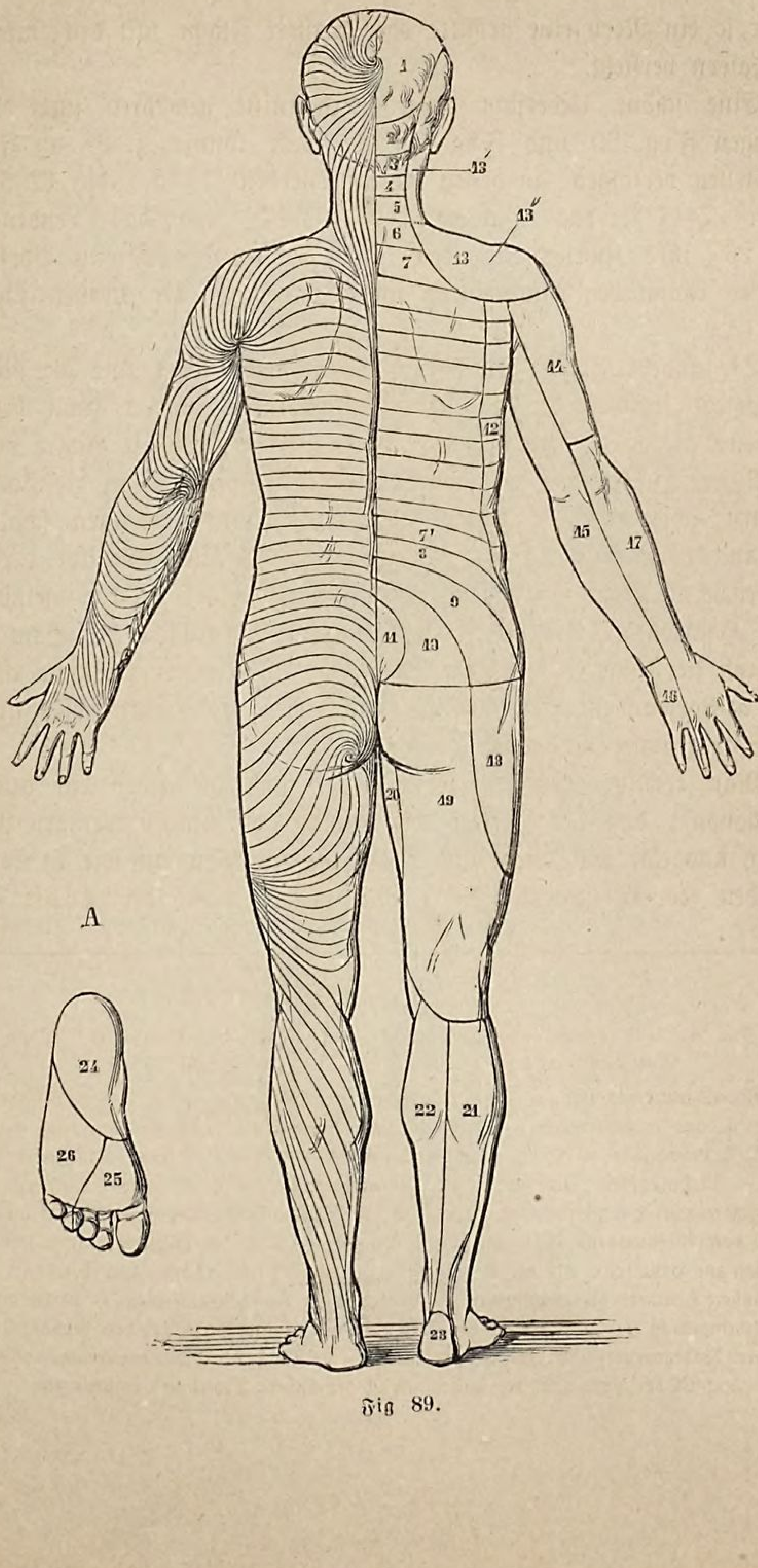


Fig 89.

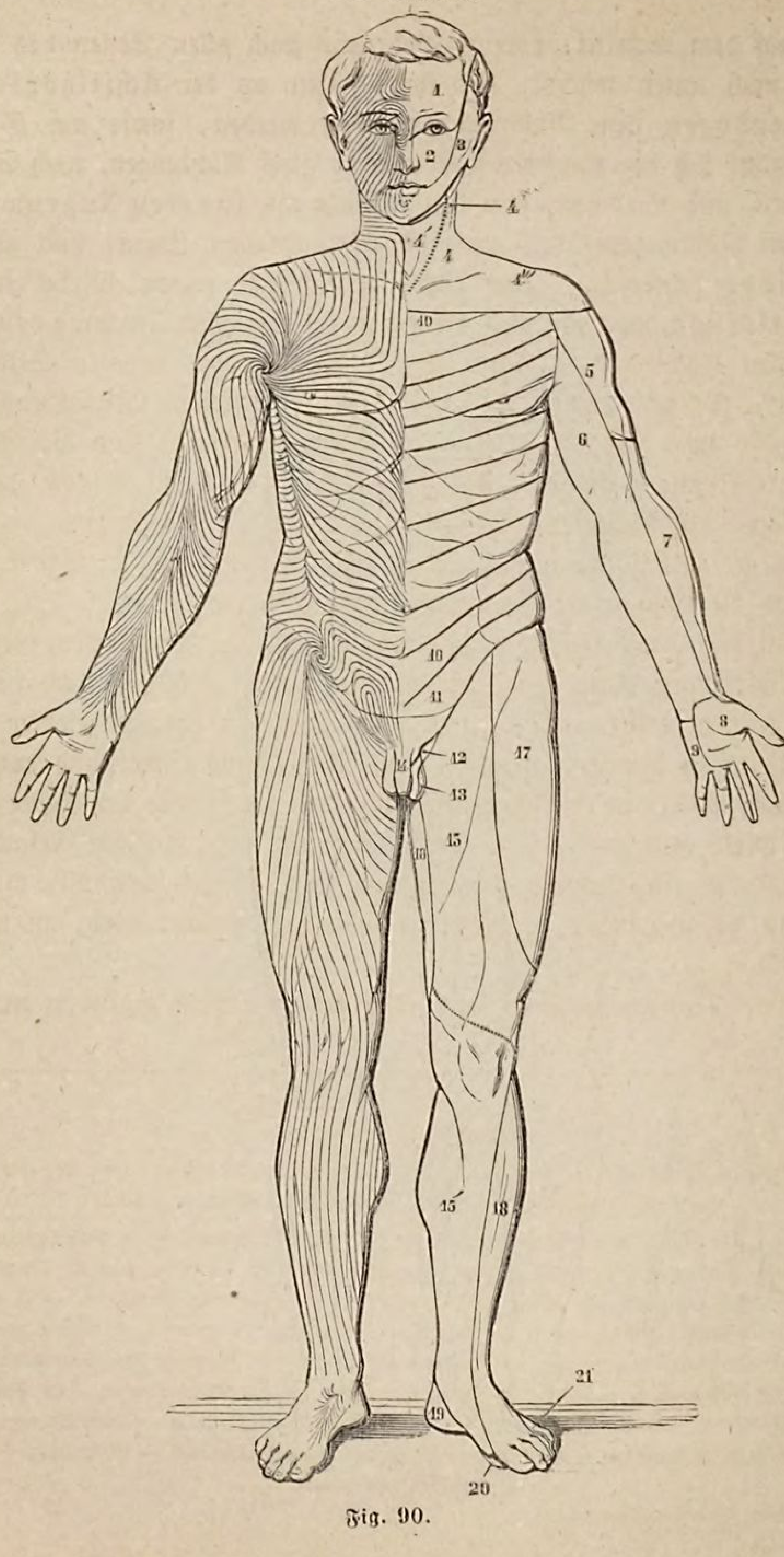


Fig. 90.

hinten auf dem Scheitel, von welchem aus nach allen Seiten das Haar strahlig nach unten wächst, bis ihm hinten an der Achselhöhle und am Ellenbogen neue Richtungen gegeben werden, sowie am Gesäß. Vorn trennt sich der Kopfwirbel-Strom in zwei Richtungen, nach Schläfe und Stirn, und wird dann von den Wirbeln am inneren Augenwinkel (in dessen Richtungsverlaufe auch die Augenbrauen liegen) und an der Unterlippe beherrscht. Das Bein endlich hat seinen Wirbel in der Schenkelbeuge, von wo aus die Haare in schwacher Drehung von oben nach unten wachsen, bis ihnen am Fuße, auf der inneren Seite des „Spann", vor dem inneren Fußknöchel ein kleiner Wirbel entgegenstrebt. Wo zwei Ströme in einen verwandelt werden, sind die Spitzen der Haare einander zugekehrt und bilden Kreuze wie am Nacken, auf der Rückenfläche der Außenseite des Handgelenkes und anderwärts. — Auch in diesen geringfügigen, anscheinend werthlosen Verhältnissen waltet Ordnung und die Ursache der Erscheinung läßt sich nachweisen. —

Weil das Haar die Tastempfindung gleich einer Sonde dem Gefühlsnerven übertragen kann, macht die Richtung des Haares sich auch für das Gefühl geltend; trifft ein Gegenstand das Haar in entgegengesetzter Richtung, als es in der Haut steht, so setzt es größeren Widerstand entgegen, wird daher tiefer in die unterliegenden weichen Theile der Haut eingedrückt, wirkt also mechanisch stärker auf den in der Nähe befindlichen Gefühlsnerven ein, bewirkt folglich eine stärkere Gefühlsempfindung, — als wenn es umgekehrt in derselben Richtung berührt wird, in welcher es wächst.

Unsere Tastempfindungen sind mithin sehr vielfach gegliedert und dem

---

(Zu nebenstehender Figur.)

Fig. 90. Uebersicht der Nervenverbreitung in der Haut und Linien der Wachsthumsrichtung der Haare. (Vordere Fläche.)

1 Stirnnerv, ein Zweig des Augenhöhlennerven. — 2 Oberkiefernerv. — 3 Unterkiefernerv. — 4 Halsgeflecht, und zwar: 4′ oberflächlicher Halsnerv, 4″ großer Ohrnerv, und 4‴ Oberschlüsselbeinnerv. — 5 Umbiegender Hautnerv des Achselnerven. — 6 Innerer Hautnerv. — 7 Aeußerer Hautnerv. — 8 Radial-Zweig, und 9 Ulnar-Zweig des mittleren Hautnerven. — 10 bis 10 die Verbreitung der Zwischenrippennerven. — 11 Lendenleistennerv. — 12 Zweig des Schenkelnerven. — 13 Zweig des Hüftnerven. — 14 Zweig des Schamnerven. — 15 Schenkelnerv, — 15′ Fortsetzung des Schenkelnerven. — 16 Hüftlochnerv. — 17 Vorderer Hauptzweig des Schenkelnerven. — 18 Aeußerer Wadennerv. — 19 Hinterer Zweig des Schienbeinnerven, — 20 innerer, — 21 äußerer Sohlennerv.

Grade nach verschieden. Wir fühlen mehr, wenn die äußere Fläche des Unterarmes leise von unten nach oben gestrichen wird, als umgekehrt; — wir tasten feiner an unserem Unterarme in der Quer-, als in der Längsrichtung; — am bedeutendsten aber sind doch die Unterschiede, welche durch die Zahl der Tastkörperchen entstehen.

So sehen wir, daß die Tastempfindung an unserer Zungenspitze um 50mal feiner ist, als die auf der Haut des Rumpfes. Es gelangen uns also von einem Gegenstande, den unsere Zunge berührt, 50mal mehr Tastempfindungen zum Bewußtsein, als wenn derselbe Gegenstand unseren Rumpf berührt. Wir bringen aber unwillkürlich die Menge der Tastempfindungen in ein mittleres räumliches Verhältniß, welches uns von der Größe des angetasteten Gegenstandes eine Vorstellung gibt. Kein Wunder, daß uns daher ein kleines Stück Strohhalm im Munde groß erscheint, während wir es auf dem Rücken kaum fühlen.

Auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Fingergliedern sind sehr auffallend. Man kann auch ohne Cirkel durch folgenden kleinen Versuch die Verschiedenheit der Tastempfindung auf den drei Fingergliedern nachweisen.

Wie wir uns früher überzeugt haben, ist jede Empfindung um so stärker, je mehr Nervenenden gleichzeitig betroffen werden. Wenn das richtig ist, so muß man beim Betasten des eigenen Körpers immer diejenige Fläche als betasteten Gegenstand (Objekt) wahrnehmen (also die Unebenheiten ihrer Oberfläche empfinden), welche die geringere Anzahl der Tastkörperchen (also der Nervenenden) in sich birgt. Daß dem so sei, kann man durch Folgendes beweisen. Krümmt man den Zeigefinger der rechten Hand und fährt mit dem Rücken des untersten, der Hand zunächst liegenden ersten Gliedes über seine eigene Wange, so empfindet man die Oberfläche der „Wange" nur wenig, nur undeutlich mit Hülfe des Fingers und wird sich nur allmälig klar, ob die Wange kälter ist, als der Finger; dagegen fühlt man die Erhabenheiten auf der Oberhaut des „Fingers", die etwa daselbst befindlichen Haare u. s. w. sehr deutlich auf der Wangenhaut; bei letzterer kann man die Cirkelspitzen noch in einer Entfernung von 11 Mm. getrennt fühlen, auf der Rückenseite des ersten Fingergliedes dagegen erst in einer Entfernung von 15½ Mm. — Streicht man sich nun mit der Rückenseite des zweiten Fingergliedes über die Wange, so fühlt man gleichzeitig die Oberhaut des „Fingers" auf der Wange und die Oberhaut der „Wange" auf dem Finger und empfindet beide Tast-

eindrücke mit der gleichen Schärfe, nimmt auch von beiden Körpertheilen den verschiedenen Wärmegrad deutlich wahr, und zwar erscheint gewöhnlich der Finger warm, die Wange kühl: beide Hautoberflächen sind von gleicher Feinheit der Tastempfindung. — Streicht man dagegen mit der Rückenseite des letzten Fingergliedes über seine eigene Wange, so tritt ein ähnliches Verhältniß ein, wie beim ersten Fingergliede, nur in umgekehrter Weise; man fühlt die Oberfläche der Wangenhaut genau und scharf in allen einzelnen Theilen, aber die Oberfläche des Fingers minder deutlich. Der Grund ist auch hier leicht zu erkennen. Auf der Rückenseite des letzten Fingergliedes konnten die Cirkelspitzen bis $6^2/_3$ Mm. genähert werden, auf dem Backen nur bis 11 Mm., so daß also die Tastempfindung auf jener Stelle des Fingers fast noch einmal so fein ist, als auf der Wange.

Das Ortsgefühl der Haut belehrt uns bei „ruhendem" Körper über die Körperstelle des Eindruckes, wir vermögen auch die einzelnen Stellen im Gedächtnisse mit einander zu verbinden und können so mit geschlossenen Augen einen Kreis, ein Kreuz, eine Zahl, ein L, M, N erkennen, wenn dieselben mit einer stumpfen Spitze (z. B. einer Stricknadel) auf unsere Hand geschrieben werden. — Aber diese Ortsempfindung schwindet, wenn wir mit einem tastempfindenden Körpertheile (z. B. einem Finger) willkürliche Bewegungen ausführen, um irgend einen Gegenstand zu betasten; dann wird die tastende Hautfläche zum „Sinnesorgan", und wir empfinden mit der bewegten Hautfläche nicht mehr den erregten Nerven, sondern scheinbar dasjenige worauf sich unsere Aufmerksamkeit richtet, welches wir beurtheilen: also den Erreger, von welchem der Reiz ausgeht, — „das heißt, wir setzen die Empfindung nicht in die Haut, wo sie doch geschieht, sondern außerhalb derselben", wie dies eben bei allen Sinnesorganen von uns geschieht.

Der „Unterschied der Empfindung bei bewegter und unbewegter Haut wird besonders deutlich, wenn man zwei empfindungsfähige Flächen des eigenen Körpers gegen einander bewegt, und zwar so, daß eine derselben ruht, während die andere bewegt wird. In diesem Falle fühlten wir jedesmal mit den bewegten Theilen (Finger, Zunge, Zähne) die ruhenden". Es leidet jedoch, wie wir bereits gesehen haben, dieser in Mehrzahl der Fälle gültige Satz eine Einschränkung, wenn wir nervenarme Flächen unseres Körpers an sehr nervenreichen vorbeibewegen: dann überwiegt die Tastempfindung auf den nervenreichen und wir fühlen an der ruhenden

Fläche Gestalt und äußere Hervorragungen der bewegten. Wem das früher angeführte Beispiel der drei an der Wange vorüberbewegten Fingerglieder noch nicht überzeugend genug sein sollte, der braucht zum Beweise der Wahrheit dieser Einschränkung nur den Knöchel, welchen das erste Glied des Zeigefingers mit dem Rücken der Hand bildet, bei gekrümmtem Zeigefinger auf der rothen Fläche seiner unteren Lippe hin und her zu bewegen; er wird dann auf der Lippe, als dem nervenreichen Theile, Form und Oberfläche des Knöchels, als des nervenarmen Theiles, wahrnehmen. Sobald er jedoch dieselbe Tastbewegung auf der Lippe mit der Spitze des Zeigefingers ausführt, wird er zwar auch noch Form und Gestalt dieses auf der Lippe wahrnehmen, in höherem Grade aber und deutlicher Wärme und Weichheit der Lippe, so wie deren kleine Hautfalten, welche beim Hin- und Widergleiten des tastenden Fingers entstehen. (e.) —

Das Ortsgefühl kann uns Täuschungen bereiten, nicht nur bei Reizung eines Nerven in seinem Verlaufe, die uns dann scheinbar am Ende der Fäden fühlbar wird, — sondern auch bei gleichzeitiger Erregung zweier Stellen durch einen und denselben Gegenstand, welche für gewöhnlich nur durch zwei verschiedene Gegenstände gleichzeitig berührt werden. Wenn wir z. B. den Mittelfinger über den Zeigefinger schlagen und zwischen beiden ein Kügelchen hin und wider rollen, so wird das Kügelchen gleichzeitig vom Daumenrande des Zeigefingers und dem Kleinfingerrande des Mittelfingers berührt, welche für gewöhnlich auseinander liegen; der Gewöhnung gemäß deuten wir daher die zu einander gehörenden Flächen der Kügelchen als von zwei verschiedenen, auseinander gelegenen Kügelchen herrührend und glauben nicht 1, sondern 2 Kügelchen zu fühlen. „Eine gerade aufsteigende Kante eines Lineals erscheint uns schief von den Lippen aufzusteigen, wenn wir den oberen oder unteren Lippenrand aus seiner natürlichen Lage ziehen."

Mit Hülfe des Tastorganes vermögen wir auch den Druck eines auf unserer Haut lastenden Gewichtes und den Unterschied der Wärme wahrzunehmen. — Legt man Gewichte von gleicher Grundfläche auf die Haut eines ruhenden, gut unterstützten Körpertheiles, läßt sie dann rasch entfernen und durch andere, leichtere oder schwerere Gewichte ersetzen, so können wir an der Stärke des Druckes die leichteren oder schwereren von einander unterscheiden, und zwar vermögen wir an den empfindlichsten Hautstellen, wie an den Fingerspitzen, noch den 20. Theil eines Druckunterschiedes vom Gesammtgewichte wahrzunehmen, während wir am

Vorderarme nur etwa den 10. Theil empfinden. — Wärme- oder Kälte-Empfindungen fühlen wir nur, wenn die Abkühlung unserer Haut nicht weiter als etwa + 10 ⁰ C. (= 8 ⁰ R.) herabgeht, oder die Wärme bis 46 ⁰ C. (= 40 ⁰ R.) steigt. Alles Weitere macht Schmerz.

Wenn Druck und Wärme-Entziehung gleichzeitig auf unsere Haut einwirken, so wird dadurch das Gefühl des Druckes gesteigert, so daß ein kaltes Gewicht uns schwerer dünkt, als ein warmes. (Hieraus entsprang vermuthlich der Aberglaube, daß der menschliche Körper als Leiche schwerer sei, wie im Leben.)

„Tastgefühl“ und „Wärmeempfindung“ haben wir nur auf der äußern Haut, auf der Zunge, auf dem Gaumen, im Schlunde und im Eingange der Nase, also nur da, wo Tastkörperchen und Papillen sich finden. Wir fühlen daher die Kälte oder Wärme des Getränkes nur im Munde und im Augenblicke des Herabschluckens; sobald dasselbe in den Magen gekommen ist, hört die Temperaturempfindung für uns auf. War das Getränk sehr heiß (z. B. 50 bis 55 ⁰ R.), so werden wir im Magen Schmerzen fühlen, während Kälte selbst beim Herabsteigen bis zum Gefrierpunkte (Gefrorenes) gesunden Personen in der Regel ein angenehmes Gefühl in den Magenwänden hervorruft, welches nur beim Uebermaße des Genossenen sich der Schmerzempfindung nähert. Nach einiger Zeit glauben wir vom warmen oder kalten Getränke im Magen die Temperaturempfindung zu fühlen. Dies ist aber eine Täuschung. Wir fühlen diese Wärme nicht im Magen, sondern in der unmittelbar über dem Magen liegenden Haut. Man kann sich davon durch das Tastgefühl der Hand überzeugen: wenn man Abends beim Zubettegehen sich zuvor Brust, Magengegend und Leib anfühlt, um sich zu überzeugen, daß alle drei Stellen gleich warme Haut dem tastenden Finger darbieten; trinkt man dann ein ganzes Seidel frisches Brunnenwasser (von etwa + 9⁰ R.), so empfindet man nach einiger Zeit, während man im Bette liegt, angenehme Kühle im Magen; betastet man nun wieder seine Magengegend, so wird man finden, daß dieselbe sich kühl anfühlt, während die Haut der Brust und des Bauches warm geblieben ist.

Die Tastpapillen wachsen, wie wir gesehen haben, unter der Oberhaut des Körpers, in dieselbe hineinragend. Es scheint, daß sie um so größer werden, je dicker die Oberhaut ist, je mehr Raum sie also in derselben finden. Man kann dies an solchen Präparaten deutlich wahrnehmen, in denen die Blutgefäße der Papillen mit einer erstarrenden Masse aus-

gespritzt und alle übrigen Weichtheile entfernt worden sind. Wir sehen dann, daß die Hautpapillen aus der Fußsohle eines Mädchens von 17 Jahren, welches in der Stadt erzogen war und nur wenig durch Gehen die Haut seiner Füße verhärtet hatte, kleine, kurze, gerundete Blutschleifen enthalten, mithin auch kurze, kleine Papillen, in denen diese Blutgefäßschleifen sich befinden (Fig. 91). Ganz anders treten uns dagegen die Papillen aus der Fußsohle eines Zigeuners entgegen (Fig. 92), eines braunen Sohnes der Pußta, der nie den Luxus der Stiefel oder einer anderen Fußbekleidung kannte, der aber wohl schnellfüßig genug war, mit seinen Pferden wettzurennen, und dessen Wanderleben ihn schon von Jugend auf zu großen Tagemärschen nöthigte. Hier hat der anhaltende Druck die Absonderung vermehrt, die Fußsohle hat ein dickes Horngewebe erhalten, und es trat wieder eine jener Wechselwirkungen ein, wie wir ihnen so vielfach im Leben unseres Organismus begegnen. Je mehr die Blutgefäße der Papillen absonderten, je dicker wurde die Haut, — und je dicker die Haut wurde, um so tiefer konnten die Papillen sich in dieselbe hineinsenken und um so mehr vermochten die verlängerten Blutgefäße nährenden Stoff abzusondern. Dadurch nähert sich endlich die mittelst des Gebrauchs und der steigenden Ernährung verdickte Fußsohle des Menschen dem Hufe des Pferdes. Die Hautpapillen aus der Fußsohle eines Pferdes (Fig. 93) enthalten langgestreckte Schleifen der Haargefäße, welche tief hinein in das hornartige Bett der Fußsohle ragen. — Man würde einen großen Irrthum begehen, wollte man von der Form einen Schluß auf den Werth machen: und etwa die Papillen des Mädchens für „feiner, edler" erklären, als die des Zigeuners, — oder letztere für richtig ausgebildet und erstere für „verkümmert". Diese Formen geben nur ein Beispiel der Ernährungsverhältnisse und nichts Anderes. Aber für diese sind sie höchst lehrreich. —

Wir tasten nicht nur unmittelbar mit Hülfe der Haut (mittelst Finger, Zunge), sondern wir vermögen auch der Haut die kleinen Erschütterungen, welche beim Tasten der Wechsel zwischen erhabenen und vertieften Stellen einer Oberfläche unseren Nerven zuführt, mit Hülfe einer Verlängerung zu gewinnen, z. B. mit Hülfe einer Sonde, eines Bleistiftes, eines Stabes, den wir in die Hand nehmen. Im ersten Falle wissen wir, daß der Körper, den wir befühlen, unmittelbar vor unserer Haut sich befindet, und es scheint uns, als ob der betastete Gegenstand unsere Tastkörperchen unmittelbar berührte. Nehmen wir

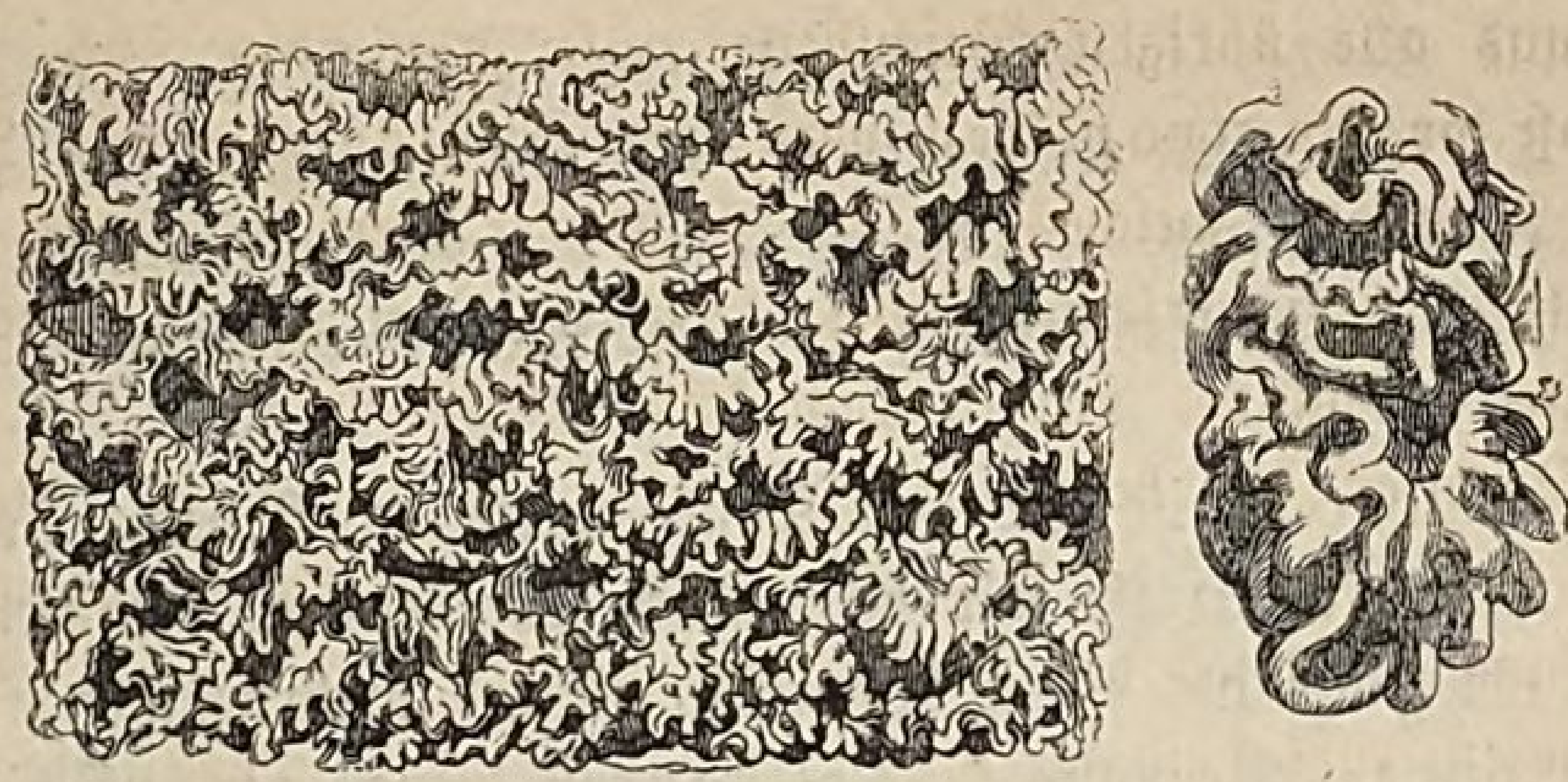
a  b

Fig. 91. Blutgefäßschleifen aus den Hautpapillen der Fußsohle eines jungen Mädchens von 17 Jahren. (Injection von Hyrtl.)
a 15 Mal, b 50 Mal vergrößert.

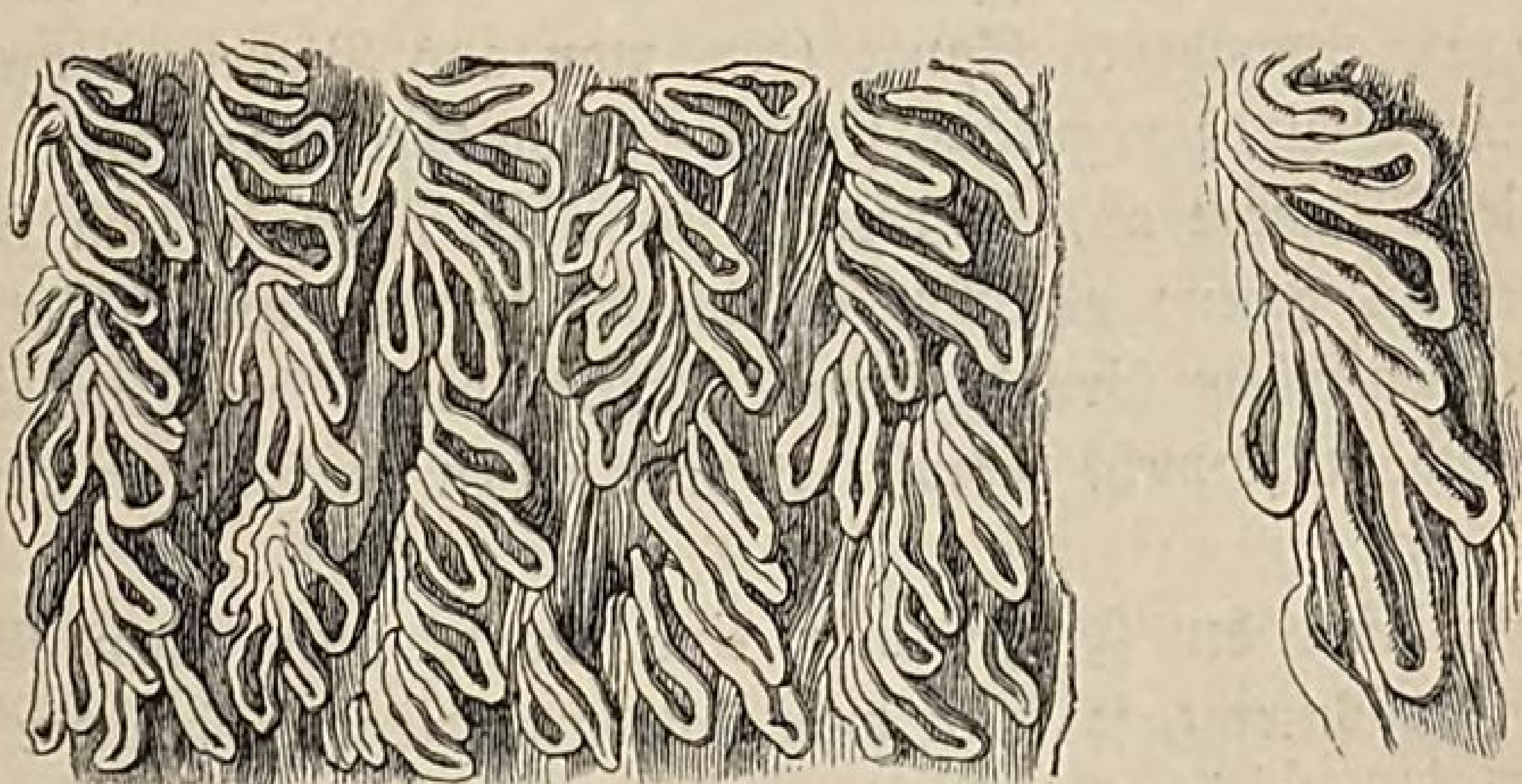
a  b

Fig. 92. Blutgefäßschleifen aus den Hautpapillen der Fußsohle eines Zigeuners, welcher niemals Stiefel getragen. (Injection von Hyrtl in Wien.)
a 15 Mal, b 50 Mal vergrößert.

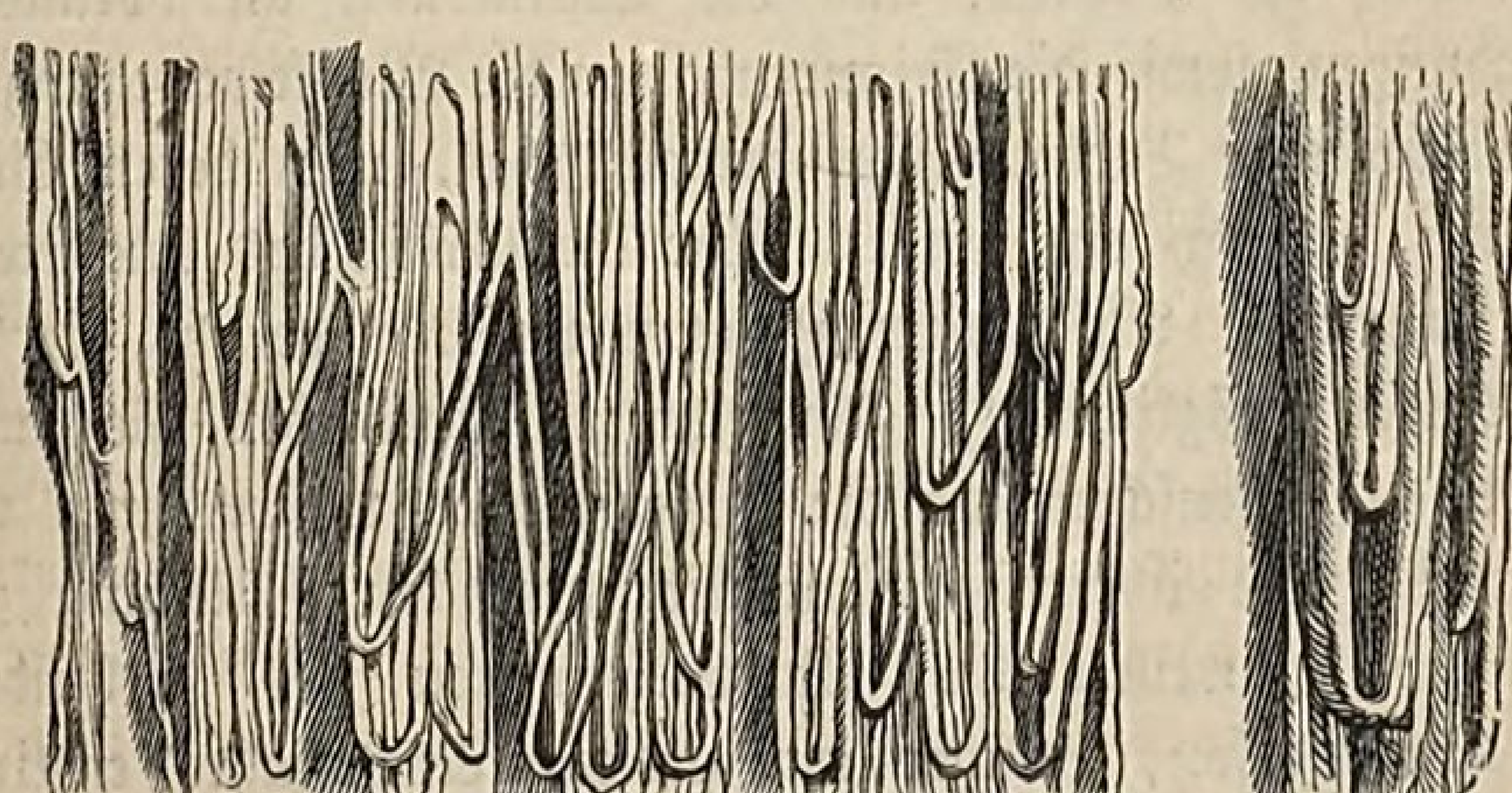
a  b

Fig. 93. Blutgefäßschleifen aus den Hautpapillen im Hufe des Pferdes. (Injection von Hyrtl.)
a 15 Mal, b 50 Mal vergrößert.

dagegen eine Sonde, so erscheint es uns, als ob wir die Empfindung nicht im Tastkörperchen wahrnehmen, sondern am Ende der Sonde, des Stabes, des Bleistiftes, — deren Länge wir kennen müssen, wenn wir ein Urtheil über die Entfernung des betasteten Gegenstandes von unserer Haut haben wollen.

In ähnlicher Weise wie eine Sonde wirken auch beim Tasten unsere Zähne (mit deren Hülfe wir bekanntlich sehr fein zu betasten vermögen und noch ein Haar als einen dicken Gegenstand wahrnehmen), die Nägel und die Haare. Bewegliche „Tasthaare" dienen vielen Thieren gleichsam als Ersatzmittel der tastenden Hand. Ein Kaninchen, welchem man die Augen so verbindet, daß es weder Schmerz fühlt, noch in den Bewegungen seines Körpers und seiner Lippen gehindert ist, kann sich in einem engen, gewundenen Gange (den man aus Büchern hergestellt hat) nach einiger Zeit gut zurecht finden. Schneidet man aber nun dem Thiere die Tasthaare ab, so vermag es nicht mehr in dem Gange hin und wider zu gehen; es stößt an die Bücher an und bleibt ängstlich sitzen. Aus gleichem Grunde fangen Katzen, denen die Tasthaare abgeschnitten sind, nicht mehr Mäuse; es fehlt ihnen im Dunkeln der tastende Fühler. (f.)

Wenn man den Finger oder eine Sonde über einen Gegenstand gleichmäßig hinbewegt, so kann man sich durch die nach einander folgenden Tastempfindungen eine Vorstellung von der Form des Gegenstandes machen, dessen Umrisse man durch diese Tastbewegung umfahren hat. Hier wirken offenbar mehrere Thätigkeiten zusammen: die Tastempfindung, die Nachempfindung des Tastens, und die Erinnerung an vorausgegangene Tastempfindungen, sowie die Erinnerung an die Muskelbewegungen, welche man unter ähnlichen Verhältnissen gemacht hat, und deren Größe man abschätzt, um dadurch ein Urtheil über die Größe des betasteten Gegenstandes zu erhalten. Auf diesem Zusammenwirken beruht die Thatsache, daß es Blinden möglich ist, Vorstellungen über den sie umgebenden Raum, über die Menschen und die Gegenstände, welche ihnen nahe sind, zu gewinnen. Sie übertreffen mittelst ihrer durch Uebung geschärften Tastempfindung zuweilen die Wahrnehmungen der Sehenden. So vermochte Saunderson, welcher im zweiten Lebensjahre erblindete und der als Professor der Mathematik in Edinburg sein Leben beschloß, die Krystalle genau zu unterscheiden und bei künstlich nachgeahmten, durch das Tastgefühl jede Unrichtigkeit in den Winkeln der zu einander ge-

neigten Flächen schneller und genauer zu bestimmen, als es Sehende vermochten. (g.)

Auch die Unterscheidung der Farben soll mit Hülfe des Tastsinnes wiederholt ausgeführt worden sein. So lebte um das Jahr 1830 ein junges blindes Mädchen in England, welches die Farben verschiedener Stücke Tuch dadurch soll unterschieden haben, daß sie das Tuch an die Lippen hielt; da die verschiedenen Farben die Wärme verschieden schnell aufsaugen, so wollte sie aus der geringeren oder größeren Wärme, welche sie an ihren Lippen fühlte, die Farben des Tuches erkennen. (h.) Bei Versuchen, welche man mit 13 blinden Zöglingen einer Anstalt mit Tuchstücken von weißer, gelber, rother, grüner, blauer und schwarzer Farbe machte, trafen unter 630 Versuchen die Zöglinge 286mal das richtige; daneben erfolgten 244 falsche Angaben und die übrigen blieben unbestimmt. (i.) Dies beweist, daß mindestens die Unterscheidung eine höchst unsichere ist, wenn sie nicht überhaupt auf Selbsttäuschung nur beruht.

Wohl aber kann der Tastsinn dem Blinden eine wichtige Hülfe werden, — ja er vermag sogar alle übrigen Sinne bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen, wie die nachstehenden beiden Beispiele beweisen, welche wir für interessant und lehrreich genug halten, um sie etwas ausführlicher unseren Lesern mitzutheilen. —

Max Noack, geboren in Leipzig am 1. Januar 1844, war der Sohn eines Advokaten, welcher sich durch wüsten Lebenswandel um juristische Praxis, Gesundheit und Vermögen gebracht und seinem schwächlichen Knaben die von ihm durch Liederlichkeit erworbene Krankheit vererbt hatte. Der frühzeitige Tod der Mutter überlieferte das wenig entwickelte, im höchsten Grade scrophulöse Kind schutzlos der gröbsten Vernachlässigung von Seiten des Vaters. Im 10. Lebensjahre wurde der Knabe von heftiger Entzündung der Augen und der Gehörgänge befallen, und erst, nachdem die Krankheit 6 Monate bestanden hatte, durch menschenfreundliche Hausgenossen der Obrigkeit zur Pflege überliefert. Leider kam die Hülfe zu spät; der Kranke war an beiden Augen unheilbar erblindet und wurde, nachdem die Entzündung und der eitrige Ausfluß aus Auge und Ohr bekämpft war, in so hohem Grade schwerhörig der Blindenanstalt übergeben, daß man mit dem Kinde nur mit Hülfe eines Gehörrohres verkehren konnte. Beim Unterrichte, der ihm nun zu Theil wurde, entfaltete der Knabe „nicht nur treffliche Anlagen des Geistes bei reger Wißbegierde und gutem Gedächtnisse, sondern auch liebenswürdige Eigen-

schaften des Gemüths. Es war rührend, zu sehen, wie das in vielfacher Hinsicht so stiefmütterlich zurückgesetzte arme Kind stillbeglückt in sich selbst eine reiche Quelle des Glücks und der Zufriedenheit trug, nie mürrisch war über seine höchst beschränkte Lage und mit der innigsten Hingabe des Herzens und vertrauensvollsten Willigkeit an seine Lehrer und Führer sich anschmiegte."

Er reifte zu einem denkenden, gemüthvollen und gebildeten Menschen, wurde, mit hinreichenden Elementarkenntnissen ausgestattet und im Lesen der Blinden-Druckschrift geübt, nach seiner Konfirmation von der Schule entlassen und wendete sich der Erlernung des Korbmacherhandwerks zu. In diesem machte er bei ausgezeichneter technischer Befähigung ungewöhnlich rasche Fortschritte. Leider brach das vom Vater ererbte Uebel von neuem aus, und als er nach zweijähriger Kur aus dem Krankenhause im April 1862 entlassen wurde, hatte sich die frühere Schwerhörigkeit in völlige Taubheit umgewandelt und in deren Folge auch Sprachlosigkeit eingestellt, während durch gänzliches Einsinken des Nasensattels der Geruch völlig aufgehoben und hierdurch der Geschmack in der erheblichsten Weise beeinträchtigt worden war.

Mit 18 Jahren dem Leben zurückgegeben, war der Bedauernswürdige blind, taub, stumm, unfähig zu riechen und zu schmecken; nur ein einziger Sinn war ihm geblieben, Tastsinn und Gefühl.

Als der Director der Blindenanstalt ihn aus dem Krankenhause abholte, um ihn in Stösitz bei Riesa unterzubringen (wo 6 frühere Zöglinge der Blindenanstalt unter Leitung eines blinden Korbmachers gemeinschaftlich das Korbmacherhandwerk mit vorzüglichem Erfolge betreiben), begriff der arme Einsinnige bald, daß er sein bisheriges Obdach mit einem andern Aufenthaltsorte vertauschen sollte. „Er ordnete selbst seinen Reiseanzug, packte seine wenigen Effecten zusammen und verabschiedete sich stumm und leise Thränen vergießend mit Händedruck von seinen bisherigen Wohlthätern."

Dies alles hatte er begriffen. Allein wer sein Begleiter sei, wohin die Reise gehen sollte, welche Verhältnisse ihn erwarteten, — wer hätte ihm dies mittelst des „Tastsinnes" begreiflich machen können? — Er weinte im Wagen leise fort, schmiegte sich an seinen Begleiter an, drückte ihm die Hand, um sein Vertrauen zu erkennen zu geben, — verrieth aber durch kein Zeichen, daß er den Director der Anstalt wiedererkenne, in welcher er jahrelang glücklich und froh gelebt hatte. —.

In Stösitz wurde ihm mit Mühe begreiflich gemacht, daß er sich unter Schicksalsgenossen der Blindheit und unter Korbmachern befinde, und daß er an ihrer Arbeit sich betheiligen solle. Wie es schien, begriff er jedoch nur das Letztere. „Seine Umgebung blieb ihm unbekannt. Er hatte schon längst den Faden verloren, der ihn an die Außenwelt knüpfte. Er kannte nicht den Ort, an welchem er sich befand, — die Personen, mit denen er lebte und unter welchen sich drei seiner früheren Schulkameraden befanden, — er kannte nicht mehr den Wochen- und Monatstag, die Tages- und Jahreszeit; — alle Vorgänge des Lebens gingen spurlos an ihm vorüber. Mitten im Wogenschlage der Zeit lebte er wie ein durch einen Bergsturz Verschütteter, wie ein lebendig Begrabener. Selbst die Blinden wurden von der Vorstellung dieser qualvollen Abgeschiedenheit von allen Regungen des Lebens tief ergriffen und zu Thränen gerührt. Ihre Bemühungen, dem beklagenswürdigen Genossen durch Liebkosungen und Freundlichkeitserweisungen aller Art einen Ersatz zu gewähren für die Entbehrung jedes Reizes, der auch ihr armseliges Leben noch verschönt und genußreich macht, waren unendlich rührend."

Allein die Macht der Gewöhnung hatte diesem Vereinsamten seine Lage nicht nur erträglich gemacht, sondern die Erinnerung früherer Erlebnisse erleuchtete seine Nacht mit leisem Schimmer. Still sitzend gab er in Mußestunden und bei der Arbeit durch lächelnde Mienen, ja sogar hörbar durch leises, stillvergnügtes Lachen diesen ihn beglückenden Empfindungen einen Ausdruck, was seine blinden Freunde im höchsten Grade beruhigte und erfreute. An die Beschäftigungen seiner Genossen schloß er sich sofort mit Eifer an, und arbeitete beim Korbflechten mit ihnen gemeinsam unverdrossen und in brauchbarer Weise. „Seine Bewegung im Freien, nicht mehr geleitet und überwacht durch das aufmerksame Ohr, verrieth längere Zeit einen hohen Grad von Aengstlichkeit. Ungeführt wagte er nicht, vom Hause sich weiter zu entfernen, als auf Armeslänge, um fortwährend die Wand mit den Fingern erreichen zu können. Später gewann er es über sich, einen etwa 30 Ellen langen schmalen Weg zu begehen, dessen Begrenzung ihm durch die Füße fühlbar. Diesen Weg aber verließ er ohne ausdrückliche Führung nie." Dagegen verschaffte er sich im Hause selbst bald vollkommene Lokalkenntniß, sogar in Bezug auf die Stellung der meisten Stubengeräthe und der Orte, wo er Kleider und kleine Besitzthümer untergebracht hatte. Geregelte Thätigkeit entriß den Bedauerns-

würdigen der Qual der Langeweile und bewahrte ihn vor dem Versinken in stumpfsinniges Hinbrüten.

Die Hoffnung jedoch, daß es dem erfinderischen Scharfsinn der Blinden gelingen werde, durch Mittheilungen irgend einer Art das Grabgewölbe des armen Gefangenen zu durchbrechen, täuschte vollkommen. Nach zwei Monaten war er zwar in Thätigkeit, aber auch in der früheren Abgeschiedenheit und hatte keine Ahnung davon, wo er sich befinde und wer seine Genossen seien. Tages- und Jahreszeit blieben ihm unbekannt. Da er jedoch einen Rest seiner früheren Sprechfähigkeit behalten hatte und die Worte: „Ich danke" hörbar aussprach, wenn ihm Hülfe geleistet oder ein kleiner Lebensgenuß gereicht wurde, — da er ferner auch des Morgens beim Betreten des Arbeitslokals seine Genossen mit einem „Schönen guten Morgen" begrüßte, — so machte man einen Versuch, ob er die Punktirschrift der Blinden noch lesen könne. Zufällig wurde der 27. Psalm aufgeschlagen, und er las vom 8. Verse an. Bei den Worten des 9. Verses: „Laß mich nicht und thue nicht von mir die Hand ab, Gott mein Heil" — tropften stille Thränen aus seinen Augen. Er hatte also wirklich gelesen und das Gelesene begriffen. Nach einiger Zeit gelang es auch, ihm verständlich zu machen, daß er das Gelesene sprechen solle, und nun zeigte es sich, daß er zwar nur leise lispelnd, aber doch vernehmbar die einzelnen Worte aussprach.

Jetzt druckte man, um sich mit ihm zu verständigen, in der Blindenanstalt zu Dresden einige Zettel in der Blindenschrift. Der erste Zettel lautete:

„Lies recht laut, lieber Noack. Mit Gott!"

Nachdem der Knabe eine halbe Druckseite in den Psalmen gelesen hatte, wurde das Buch zugeschlagen und ihm schnell dieser Zettel untergeschoben. Langsam und leise las er die Worte bis zu seinem Namen, den er nicht aussprach. Hier hielt er inne, mit lächelnder Miene, und wurde vor freudiger Ueberraschung roth im Gesichte, — ein Zeichen, daß er das Gelesene begriffen und auf sich angewendet habe. Man ließ ihn die Worte wiederholen, und jetzt las er mit lauter, allen Umstehenden vernehmbarer Stimme die Worte: „Lies — recht — laut — lieber — —." Seinen Namen ließ er wieder unausgesprochen. Mit sichtbarer Begierde las er den folgenden Zettel:

„Du bist in Stösitz bei Riesa bei dem blinden Korbmacher Herrn Brandt und seiner Frau. Sein kleiner Knabe, der dich

führt, heißt Anton. Deine übrigen Hausgenossen sind deine Freunde, die Blinden ꝛc."

Die Erkennung seiner Umgebung bewegte ihn auf das allerfreudigste. Nun erst gab er dem Director der Blindenanstalt, seinem Lehrer und seinen früheren Schulfreunden auf die rührendste Weise seine innige Freude über das Wiedererkennen kund. Der arme Einsinnige hatte also bis dahin nicht einen Einzigen aus seiner Umgebung erkannt. — Der dritte Zettel sprach zu ihm:

„Heute ist Donnerstag, der 10. Juli 1862. Der Herr, welcher dir am Sonntag einen Thaler geschenkt hat, war der Herr Director. Du erkennst ihn an seiner Uhrkette. Deinen Lehrer, Herrn R., erkennst du an seinem Ringe. Du sollst in der Blindenanstalt drucken lernen, damit wir mit dir reden können. Willst du?"

Bedurfte es wohl einer Antwort auf diese letzte Frage? Der Unglückliche war selig durch die tröstliche Ueberzeugung, daß seine Lehrer Anstrengungen machten, die Kluft zu überbrücken, welche ihn von der Außenwelt schied.

Es wurde nun der Umgebung zur Pflicht gemacht, den Aermsten möglichst viel zum lauten Sprechen anzuhalten, damit er wenigstens dieses Mittel, sich mit den Hausgenossen zu verständigen, nicht verliere, da keine Möglichkeit vorlag, es ihm wieder zu lehren, wenn er es vergessen sollte.

Im Verlaufe des nächstfolgenden Jahres schloß er sich brüderlich an die Blinden an, mit denen er lebte. Er arbeitete mit ihnen, spazierte mit einem oder dem anderen gemeinsam, unterhielt sich mit ihnen, so weit dies nur eben möglich war, und spielte mit ihnen. Besonders war er ein geschickter Dame-Spieler. Seine treueste Freundin war eine Hauskatze, welche auch ihn vor allen Uebrigen durch lebhafte Zuneigung auszeichnete; sie drängte sich an ihn, ruhte auf seinem Schooße, theilte seine Mahlzeiten, begleitete ihn auf seinen kleinen Spaziergängen und erwiderte seine Liebkosungen.

Am liebsten flocht er Rohrstuhlsitze und arbeitete unermüdet mit wahrer Leidenschaft an ihnen, so daß er nur durch Zwang von der Arbeit zu entfernen und dahin zu bringen war, sich einige Bewegung an der Luft zu machen.

Sein Geschmackssinn war auf ein äußerst geringes Maaß beschränkt. Er unterschied nicht mehr die verschiedenen Fleischarten, das Obst nur

nach der Gestalt und zog Brod und Semmel dem Kuchen vor. Einen Christstollen, den er am Weihnachtsfeste zum Geschenk erhielt, ließ er unverzehrt. Durch eine kleine Druckeinrichtung mit Stacheltypen konnte er sich mit seiner Umgebung verständigen und ebensowol Fragen von ihr empfangen, die er dann laut sprechend beantwortete, als auch selber Fragen stellen, deren Beantwortung ihm dann durch gedruckte Zettel gegeben wurde.

Soviel jedoch für den Vereinsamten hierdurch gewonnen war, so ging der Verkehr doch langsam, denn eine Frage und die dazu gehörende Antwort erforderte oft die Zeit einer Stunde. Man suchte daher ein Mittel zu schnellerer Verständigung zu gewinnen, und glaubte es gefunden zu haben, indem man ihm mit dem Finger große römische Buchstaben in die flache Hand schrieb, die dann in ihrer Aufeinanderfolge Worte und Sätze darstellten. — Anfangs glückte dieses Mittel auch; allein bald schien es ihm unangenehm zu sein, er verschloß die Hand und gab deutlich zu erkennen, daß ihm solche Berührungen widerliche Empfindungen verursachten. Man machte also den Versuch, „ihm mit den Fingern Buchstaben auf den flachen Rücken zu zeichnen, wo sie in größerem Umfange darstellbar waren. Hier erkannte er alle Schriftzeichen sofort beim ersten Versuche, bezeichnete sie laut und schnell, verband sie, wenn sie in rascher Aufeinanderfolge gezeichnet wurden, sogleich zu Worten und antwortete auf einfache Fragen, selbst bevor sie noch ganz ausgeschrieben waren, sobald er nur den Sinn gefaßt hatte und das noch Fehlende ergänzen konnte. Dies verursachte ihm nicht nur kein Mißbehagen, sondern erregte sein Interesse und sein Entgegenkommen. So wurde also von da ab mit ihm verkehrt, und der arme Vereinsamte stand nicht mehr vereinsamt da. Wie für seine Lebensbedürfnisse, so war von jetzt ab auch für das Bedürfniß seines Herzens Fürsorge getragen, und er war wiederum dem engen Verkehre des Hauses zugeführt, das ihn umschloß.“ (k.)

Anfänglich glänzte ihm hierdurch ein Sonnenstrahl des Glückes. So beschränkt die Mittheilungen auch waren, welche er gab und empfing, so bildeten sie doch einen geistigen Verkehr mit seiner Umgebung, gaben ihm Anregung zum Nachdenken, zu geistiger Thätigkeit, und füllten somit die Leere seines Innern während der mechanischen Flechtarbeit.

Allein dieser günstige Erfolg dauerte nicht lange. Der elende, sieche Körper, der von Jugend auf und durch vererbte Krankheit hinfällig war, machte durch frühzeitigen Tod dem Dasein ein Ende, welches zuvor durch

die Macht der Krankheit verödet wurde. Ein chronisches, schmerzhaftes, für ihn wie für seine Umgebung beschwerliches Nierenleiden ließ den Beklagenswerthen schon Monate vor seinem Tode seine Arbeiten einstellen und alles Interesse am Leben verlieren. Selbst das Lesen und Schreiben machte dem armen Kranken zu viel Anstrengung, als daß es ihm hätte Vergnügen gewähren und ihn zur Fortführung der einzig möglichen Verbindung mit der Außenwelt anregen können. Versunken in stumpfe Gleichgültigkeit war er bereits der Welt abgestorben, als ihn der wirkliche Tod am 10. Oktober 1863 erlöste. (l.)

Das Beispiel des Einsinnigen Noack beweist wenigstens, wie wichtig der Tastsinn werden kann, um einen Theil der Hülfsmittel zu erretten, welche wir zur Verbindung mit der uns umgebenden Natur in unsern Sinnesorganen verwenden.

Ein noch interessanteres und lehrreicheres Beispiel der Bedeutung, welche der Tastsinn für das Geistesleben unter besonderen Verhältnissen haben kann, ist die einsinnige Laura Bridgeman, welche von klein auf taub, stumm und blind gewesen ist, später auch noch den Geruchsinn verloren hat, und welche dennoch einzig und allein mit Hülfe des Tastsinnes durch Opferfreudigkeit und unermüdliche Geduld ihrer Lehrer in überraschendem Grade ausgebildet ward.

Zu der Zeit, aus welcher eine ziemlich genaue Beobachtung über Laura Bridgeman vorliegt (m), erschien sie etwa 9 oder 10 Jahre alt, war aber vermuthlich älter, da Kinder dieser Art häufig in körperlicher Entwickelung zurückbleiben und ihr geistiges Verhalten eher auf ein höheres Alter schließen läßt. Ihr Aussehen ist gesund, ihr Antlitz zeigt Intelligenz; sie ist immer aufmerksam, beim Studiren, bei der Arbeit, beim Spiele, niemals verdrießlich, sondern fast immer munter und lustig. Sie hat Sinn für Schicklichkeit, zieht sich mit Nettigkeit an, hält sich sauber und zeigt immer passendes Benehmen. Sie ist sehr gelehrig und gibt sich außerordentliche Mühe, das zu begreifen, was man ihr mittheilen will. „Es würde schwer sein, ein mit allen Sinnen begabtes Kind im Besitze der Vortheile von Wohlstand und elterlicher Liebe zu finden, welches zufriedener und heiterer wäre und welchem das Leben eine größere Segnung zu sein schiene, — als dieses arme Geschöpf, *für welches die Sonne kein Licht, die Luft keinen Schall, die Blumen keine Farben oder Geruch, die Speisen keinen Geschmack haben.*"

Ihr Tastsinn ist sehr scharf, selbst für eine Blinde. Dies zeigt sich besonders an der Leichtigkeit mit welcher Laura mit ihren geringen Hülfsmitteln die verschiedenen Personen ihrer Bekanntschaft unterscheidet. In dem Flügel der Blindenanstalt, in welchem sie sich befindet, leben etwa 40 Bewohnerinnen, mit welchen allen Laura bekannt ist; wenn sie durch einen Gang geht, so erkennt sie aus dem Erzittern des Bodens, oder aus der Bewegung der Luft, oder aus der Wärmeausstrahlung, daß Jemand in ihrer Nähe ist, und dann ist es sehr schwer, bei ihr vorbeizukommen, ohne erkannt zu werden. Ihre kleinen Arme sind ausgestreckt, und in dem Augenblicke, wo sie eine Hand faßt, oder nur einen Theil des Anzuges, kennt sie die Person und läßt sie mit einem Erkennungszeichen vorbeigehen.

Laura's Durst nach Kenntnissen und ihre beständigen Anstrengungen, zu unterscheiden und zu beobachten, sind überraschend. Ihre kleinen Finger, welche ihr Auge, Ohr und Nase ersetzen, sind unaufhörlich in Bewegung, wie die Fühlhörner mancher Insekten; wenn sie mit Jemandem geht, erkennt sie nicht nur Alles, an dem sie in Berührungsentfernung vorübergeht, sondern unterrichtet sich auch, was ihr Gesellschafter thut, indem sie beständig dessen Hände berührt. Wollte Jemand, sie am linken Arme führend, durch das Zimmer gehen, so würde er Mühe haben, mit der rechten Hand einen Bleistift aus der Westentasche zu nehmen, ohne daß sie es bemerkte.

Ihr Urtheil über Entfernungen und Ortsbeziehungen ist sehr genau; sie kann von ihrem Sitze aufstehen, in geradem Wege nach einer Thüre gehen, zu richtiger Zeit ihre Hand ausstrecken und die Klinke mit Genauigkeit ergreifen, gerade wie ein Sehender dies thun würde. Wenn sie gegen eine Thür läuft, die zugemacht ist, während sie dieselbe offen zu finden erwartete, so klagt sie nicht, sondern reibt ihren Kopf und lacht, als ob sie das Komische ihres Versuches, durch eine zugemachte Thüre hindurchzugehen, vollständig begriffe. — Die beständige, unermüdliche Uebung ihrer Fühler gibt ihr eine sehr genaue Kenntniß von Allem im Hause; liegt irgendwo in den Zimmern, welche sie besucht, etwas Neues (ein Päckchen, eine Bandschachtel, ein Buch), so wird sie es bei ihrem unaufhörlichen Umherwandeln bald bemerken und wird auch meistens an irgend einem Hülfsmittel erkennen, wem es gehört.

Bei Tische, wenn ihr geboten ist ruhig zu sein, benimmt sie sich mit Schicklichkeit, gebraucht Tasse, Löffel, Gabel, wie Andere, so daß ein

Fremder sie für ein hübsches, gesundes Kind halten würde, an welchem nur das die Augen verdeckende grüne Band auffällig ist. Allein sobald ihr freisteht, zu thun, was sie will, wird sie fortwährend nach Gegenständen fühlen, sich über deren Größe, Dichtigkeit und Gebrauch unterrichten, nach ihrem Namen und Nutzen fragen und so mit unersättlicher Wißbegierde Schritt für Schritt nach Kenntnissen streben.

Zum Fragen und zu Mittheilungen wendet Laura stets das Fingeralphabet der Taubstummen mit Leichtigkeit und Schnelligkeit an, theils schreibt sie auf Papier mit Bleistift in einer vertieften Linie und macht ihre Buchstaben bei der großen Gewandtheit ihrer Hände getrennt und deutlich. Sie strickt mit Leichtigkeit, ist geschickt mit der Nadel, kann Beutel und ähnliche einfache Dinge hübsch arbeiten. Als man sich bemühte, ihr Schreiben zu lehren, war sie anfangs in großer Verlegenheit, die Bedeutung der Vorgänge zu begreifen; als sie aber die Vorstellung gewann, daß sie durch dieses Mittel würde ihrer Mutter Mittheilungen machen können, war ihr Entzücken ohne Grenzen. Sie übte sich mit vielem Fleiße und vermochte wirklich in wenigen Monaten einen Brief selbstständig zu schreiben, ohne daß man ihr die Hand führte oder beim Inhalte half.

Ihre Briefe sind natürlich sehr einfach und gleichen mehr Briefskeletten. — Zwei Zöglinge, Namens Baker, welche sie sehr liebte, waren abwesend bei Verwandten zum Besuche; ihnen hatte sie einen Beutel verfertigt, welchen sie mit nachstehendem Briefe senden wollte:

> „Louise und Elisabeth Baker. — Laura ist wohl. Laura „will geben Baker Beutel. Mann will tragen Beutel zu Ba„ker — Laura will weinen — Baker will kommen zu sehen „Laura. Drew" (eine andere Schülerin) „ist wohl. Drew giebt Liebe an Baker. Laura Bridgeman."

Die Selbstständigkeit ihres Denkens und die Art, wie sie sich durch Uebereinstimmung (Analogie) leiten läßt, oder wie sie Merkmale zur Bezeichnung eines Begriffes verbindet, zeigt sich zuweilen beim Unterrichte in überraschender Weise. Nachdem z. B. der Lehrer eine Unterrichtsstunde dazu verbraucht hatte, um ihr eine Vorstellung von dem zu geben, was „allein" (alone) bedeutet, schien sie dies erfaßt zu haben und verstand, daß bei sich selbst zu sein, ausdrückte: „allein" zu sein, oder — all — eine. Zur Probe, ob sie das Gelehrte richtig verstanden habe, wurde ihr geheißen, in ihr Zimmer zu gehen und allein zurückzukommen;

dies that sie. Aber bald wünschte sie mit einem kleinen Mädchen zusammen zu gehen und sagte dies mit den Worten: „Laura gehn all — zwei." — Als sie durch Jemand das Wort „Junggeselle" kennen gelernt hatte, wünschte sie eine Erklärung desselben, und es wurde ihr gesagt, daß Männer, welche Frauen hätten, „Ehemänner", die ohne Frauen „Junggesellen" wären, und von letzteren wurde als Beispiel ein alter Freund von ihr angeführt, welcher ziemlich viel rauchte. Als man sie nun aufforderte, das Wort „Junggeselle" zu erklären, schrieb sie: „Junggeselle nicht haben Weib und rauchen."

Diese Beispiele lehren uns, daß die einsinnige Laura Bridgeman in ähnlicher Weise dachte und überhaupt sich geistig entwickelt hatte, wie taubstumme Kinder; gleich diesen (S. 205) gebraucht sie die Zeitwörter im Infinitiv und ist unbehülflich in ihren Redewendungen. Aber die Sinnlichkeit vermochte nicht bei ihr vorzuwiegen, wie dies sonst bei Taubstummen zu geschehen pflegt, weil der Anreiz dazu durch den Sinnen-Genuß fehlte. So war das Kind weit weniger begierig nach Speisen, als es sonst die meisten Kinder ihres Alters zu sein pflegen, — weil sie in Folge des fast ganz mangelnden Geschmackssinnes den Wohlgeschmack der Speisen nicht empfand und daher des sinnlichen Genusses entbehrte, den andere Kinder beim Essen und Trinken haben. Hierdurch wurde sie in überwiegendem Maaße von der geistigen Welt und ihren Freuden angezogen, und so führte das nämliche Unglück, welches sie in der geistigen Ausbildung hemmte, zugleich eine erhöhte Anregung zur geistigen Thätigkeit für sie herbei. —

Die beiden interessanten Beispiele beweisen, daß bei genügender Anleitung ein einziger Sinn dem Geiste Vorstellungen zuführt. Sie geben außerdem ein wahrhaft rührendes Beispiel innerer Zufriedenheit.

---

a. Im Nachstehenden wurde vorzugsweise Ludwig's lichtvolle Darstellung (Lehrb. 2. Aufl.) und E. H. Weber's Artikel »Tastsinn« (Wagner's Handwörterbuch) als Unterlage der thatsächlichen Verhältnisse benutzt. — **b.** Eingehender werden wir später die Anatomie der Haut, der Haare u. s. w. betrachten, nachdem bereits Vorkenntnisse gewonnen worden sind. — **c.** Diese, von französischen Anatomen unternommene, Darstellung der Innervations-Bezirke der Haut empfiehlt sich wegen ihrer Uebersichtlichkeit, wenn sie auch im Einzelnen nicht an die Korrektheit der Arbeit von Türk hinanreicht. So müsste z. B. die Grenze zwischen dem »Nerv. cutan. intern.

brachii« (Vorderfläche, 6) und dem »N. cut. brach. superior« vom Axillaris, sowie dem »N. cut. ext. brach.« (Vorderfläche 5 und 7) etwas weiter nach innen, nahezu auf dem inneren Rande des Biceps liegen; — ferner müsste die Grenze der Endigungsbezirke des »Medius« (Vorderfläche 8 und 9) weiter gegen das Ellenbogen-Gelenk gerückt werden; — die »Intercostales« haben minder regelmässige Bezirke u. s. w. — Allein trotz dieser Ausstellungen ist doch das Schema von anerkennenswerther Brauchbarkeit und für den vorliegenden Zweck völlig genügend. — **d.** Die erste Arbeit »über die Anordnung des Haares am menschlichen Körper« brachte Professor Eschricht in Otto's Zeitschrift; sie wurde aber in Deutschland erst in weiteren Kreisen bekannt durch den Auszug, welcher im »Doubl. Journ. Sept. 1840« enthalten war. — **e.** Ich bin genöthigt, hier mit den ausgezeichnetsten Physiologen der Gegenwart scheinbar in Widerspruch zu treten, wenn ich den Ort der Tastempfindung abhängig mache von der Zahl der Nervenenden, während man gewöhnlich lehrt: »Wir empfinden mit der bewegten Hautfläche scheinbar den Erreger und nicht das Erregte, d. h. wir setzen die Empfindung nicht in die Haut, wo sie doch geschieht, sondern ausserhalb derselben, und wenn wir zwei empfindende Flächen des eigenen Körpers gegen einander bewegen, so fühlen wir die ruhende, nicht die von uns bewegte.« Wir tasten also, behauptet man, nur mit Hülfe der Bewegung. Das ist auch bei den meisten Tastvorgängen der Fall, ausser wo die ruhende Fläche bedeutend mehr Nerven hat, als die bewegte. Die oben angeführten Beipiele beweisen dies; aber man fühlt in beiden empfindenden Flächen, wenn auch in jeder etwas Anderes: nämlich in den nervenärmeren bewegten die »Form« des betasteten Gegenstandes, — in der nervenreicheren ruhenden die Rauhheit oder Glätte, also die Art der Oberfläche, und die Temperatur. Man kann sich von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugen, wenn man bei geöffnetem Munde die Zunge hervorstreckt und nun an der Zungenspitze den Rücken der Hand und den Nagel des Daumens vorüberführt. Man fühlt Form und Weichheit der Zunge mit diesen tastenden Flächen; aber die eigentliche Tastempfindung über die Haut der Oberfläche der bewegten Theile ist viel deutlicher in der nervenreicheren, ruhenden Zunge. Der scheinbare Widerspruch löst sich also durch Vertheilung der einzelnen Tast-Wahrnehmungen. — **f.** G. Vrolik, Over het nut der Knevels by viervoetige Dieren. (Amst. 1800.). — **g.** Froriep, Notizen. (Weimar 1834. Band 39, Nr. 845.). — **h.** Rudolphi, Physiologie (Berlin 1823. Band 2. S. 86.). — **i.** Rudolphi a. a. O. S. 74 und 75. — **k.** »Jahresbericht über die königliche Blindenanstalt zu Dresden« auf die Jahre 1863 und 1864; von Director Dr. Georgi. — **l.** Briefliche Mittheilungen von G. Reinhard, weil. Director der königlichen Blindenanstalt zu Dresden. — **m.** Aus Combe's »Notes on the United States of North America in 1833—40«; Besuch des Blinden-Asyles des Staates Massachusetts. — Froriep, Neue Notizen 1842. 21. 458. —

Der Gesichtssinn.

[Schutz- und Hülfs-Organe. — Sehorgan: Sehnenhaut, Hornhaut, Aderhaut, Iris, Linse, Kammerwasser, Glaskörper, Nervenhaut. — Pupille; Augenspiegel. — Sehen. — Gesichtsfeld. Blinder Fleck. — Sehpurpur. Accommodation; Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit, Brillen. — Sehen mit zwei Augen. Sehen der körperlichen Gestaltung. Stereoskop. — Sehen muß gelernt werden. — Thier-Augen. — Diätetik des Auges.]

Daß alles Gesehene der Körperwelt angehört, wird dem Kinde dadurch faßbar: daß von einem und demselben Gegenstande gleichzeitig Eindrücke der Gesichts- und der Tast-Empfindung ausgehen. Das Auge tastet mit Lichtstrahlen.

Wer den Bau des menschlichen Auges verstehen und würdigen lernen will, der stelle sich vor: ihm sei die Aufgabe geworden, das Auge des Menschen zu schaffen.

Nehmen wir an, ein Mensch stünde vor uns, in allen Theilen wohlgebildet an Haupt, Rumpf und Gliedern, — aber noch des Auges entbehrend. — Wohin sollen wir ihm das Sehorgan verlegen? Unzweifelhaft doch in den obersten Theil des Körpers, in den Kopf, so daß vermöge seiner aufrechten Stellung der Mensch einen möglichst weiten Umblick, einen großen Horizont gewinne, ein weites Stück der Welt mit seinem Blicke umfassen könne. Wenn das Auge im „Kopfe" ist, so liegt es nahe dem Gehirne und kann von diesem wichtigsten Theile des Nervensystems unmittelbar die empfindenden Nervenfasern erhalten, ohne daß sie auf einem weiten Wege der Gefahr ausgesetzt wären, bei den Bewegungen des Menschen gedrückt, gezerrt zu werden.

Und weiter: An welche Seite des Kopfes ziemt sich das Sehorgan? Natürlich nach vorn, wo es dem Gehenden im voraus den

Weg prüfen kann, und wo es anzudeuten scheint, daß die Hauptpflicht des Menschen ist, vorwärts zu streben. Immerhin wird an der vordern Seite das Sehorgan wenigstens so viel Umschau nach beiden Seiten gestatten, daß man, ohne dasselbe zu bewegen, ein reichliches Drittheil eines Rundkreises, in dessen Mitte man steht, zu überblicken vermag. Geringe Bewegungen der Augen oder des Kopfes erleichtern die Umschau; nur der Blick nach rückwärts erfordert Wendung des ganzen Körpers. Nach unten zu schauen ist dem Menschen Bedürfniß; denn er muß den Weg kennen, auf dem er wandelt. Der Blick nach oben darf nicht behindert sein, doch muß das Sehorgan einen Schutz erhalten gegen die Unbilden des Wetters, bestehen sie nun in grellen Sonnenstrahlen oder feuchten Niederschlägen.

Wir werden daher das Auge an der vordern Seite des Kopfes, nahe dem Hirn, so anbringen, daß es wie unter einem Wetterdache sich befinde, nicht hervorragend, damit das Dach ihm Schutz verleihe, aber doch weit genug nach vorn gelegen, um allseitigen Ueberblick zu gestatten. Die vorragende Stirn bietet das Schutzdach, und um Licht oder Feuchtigkeit, herabfallenden Staub und Aehnliches vom Auge noch mehr abzuhalten, ist der freie Rand des Schutzdaches mit den Augenbrauen versehen, — ähnlich wie die Baukünstler unserer Häuser eine Wetterrinne vorn an Schutzdächern anbringen.

Es drohen aber dem Auge Gefahren durch Stoß, Wurf und Schlag. Gegen diese schützen wir es durch Vorsprünge zur Seite: wir lassen den knöchernen Rand des Schutzdaches im Bogen herabgehen, so daß er, an das Wangenbein tretend, in der Richtung nach unten den gleichen Vortheil bietet und nach innen der hervorstehende Nasenrücken den schirmenden Wall bildet.

So wäre denn für das Sehorgan die passendste „Stelle" und der „Schutz" vor den gröbsten äußeren Angriffen gefunden. Die Frage, ob dem Menschen zwei Organe des Sehens zu geben seien, oder ob eines genüge, wird uns nicht aufhalten; die Gefahr des völligen Erblindens wird bei zwei Augen geringer sein, und außerdem ergeben sich durch das gleichzeitige Sehen eines Gegenstandes mit zwei von einander entfernten Augen große Vortheile, wie später gezeigt wird. Allein noch bedarf das Auge der Schutzmittel gegen Alles, was in wagerechter Richtung ihm entgegenkommt, vor Allem aber das Hülfsmittel zum willkürlichen Absperren des Lichtes und zur Abwehr der nachtheiligen Einflüsse des Staubes.

Wollen wir übermäßiges Licht von dem Fenster unseres Zimmers abhalten, so lassen wir Rollen an demselben herab oder schließen die Fensterläden, — und wollen wir die durchsichtigen Scheiben des Fensters vom Staube reinigen, so waschen wir sie ab. — Gerade so verfahren wir am Auge: wir schützen es mit den „Hülfsorganen" der Augenlider und der Thränenwerkzeuge vor Licht und Staub. (Fig. 94.)

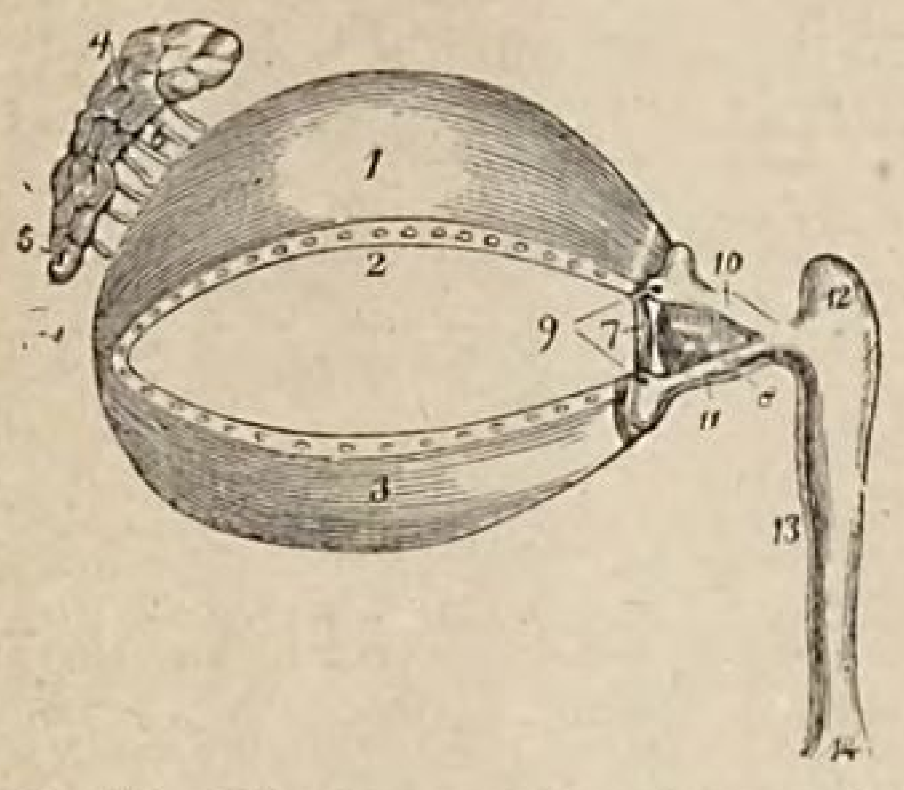


Fig. 94. Die Augenlider des rechten Auges nebst den Thränenorganen. (Aeußere Haut und Fett sind sorgsam abgetragen.)

1 Oberer Augenlidknorpel. — 2 Dessen verdickter freier Rand mit den Mündungen der Meibom'schen Drüsen. — 3 Unterlidknorpel. — 4, 5 Obere und untere Thränendrüse, mit 6 ihren Ausführungsgängen. — 7 Halbmondförmige Falte der Bindehaut. — 8 Thränenmuskel. — 9 Die beiden Thränenpunkte. — 10 Oberes, 11 unteres Thränenkanälchen. — 12 Thränensack. — 13 Thränenwassergang. — 14 Mündung des letztern über dem Boden der Nasenhöhle.

Die Augenlider sind zwei festweiche, elastische Deckschaalen, deren innere Höhlung genau auf die runde Oberfläche des Auges aufpaßt. Sie bestehen aus zwei Hautfalten, deren jede durch zwei gebogene Knorpelplatten etwas steifer und zugleich elastisch gemacht wird. Das untere Augenlid ist fast unbeweglich; kaum um die Dicke eines Federmessers vermögen wir es nach oben oder nach unten zu verschieben. Das obere Augenlid dagegen können wir außerordentlich leicht und schnell bewegen, indem wir mit den Augen „blinken". Die Bewegung ist so schnell, daß ihre Zeitdauer in der Sprache des gewöhnlichen Lebens als Bestimmung der kleinsten Zeiteinheit gebraucht wird; wir haben jedoch gesehen, (S. 156), daß ein „Augenblick" mindestens 12 Tertien (= $1/5$ Sekunde) Zeit in Anspruch nimmt. Die Bewegung des obern Augenlides wird ausgeführt mittelst der Zusammenziehung eines im Innern der Augenhöhle liegenden Muskels, welcher sich an den obern Rand des obern Augenlidknorpels ansetzt*).

An ihrem freien Rande tragen die Augenlider zwei Reihen langer, steifer, hervorstehender Haare: die Augenwimpern, welche im Verein mit den auf den Lidern befindlichen kleinen Haaren, die aus früher (Seite 222) angegebenen Gründen nach oben gerichtet sind, den Staub abhalten und auffangen. Außerdem sind die freien Ränder der Augen-

*) Vergl. Tafel IV: „Das menschliche Auge".

liderknorpel etwas verdickt und zeigen die beiden Reihen der Oeffungen der Meibom'schen Drüsen (a). Diese Drüsen erscheinen dem Auge als kleine, längliche, höckerige Stränge. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß sie aus 40 bis 50 kleinen Läppchen zusammengesetzt sind, welche an einem langen Ausführungsgange zu beiden Seiten desselben sitzen, ähnlich wie an den Zweigen der Ulme zu beiden Seiten die Blätter aufsitzen (Fig. 95). Solcher Meibom'scher Drüsen enthält jeder Augenlidsknorpel 30 bis 40. Sie setzen hinter den Augenwimpern eine klebrige, gelbliche, an der Luft erhärtende Masse, die sogenannte Augenbutter, ab, welche wahrscheinlich das Ueberfließen der Thränen verhindert, und welche außerdem die Oberfläche der Augenlider, sowie die Wimperhaare, feucht und fettig erhält*).

Man sieht die Meibom'schen Drüsen auf der innern Oberfläche der Augenlider als geblichweise, unregelmäßig von oben nach unten verlaufende Stränge (Fig. 96). Löst man die Weichtheile der Augenlider von Stirn- und Wangen-Knochen ab und präparirt das etwa anhängende Fett und Bindegewebe sorgfältig weg, so sieht man zunächst den großen ringförmigen Schließmuskel der Augenlider (Fig. 96, a), dessen Zusammenziehung das obere und untere Augenlid einander nähert und der während des Schlafes das Auge festgeschlossen erhält. Hinter ihm (also in der Zeichnung vor ihm) steigt der Muskel des oberen Augenlidknorpels herab (Fig. 96, c), welcher sich nach unten zu einer fächerförmigen Sehne ausbreitet, die an den obern Rand des Augenlidknorpels sich ansetzt. Die beiden Augenlider sind nach innen bedeckt durch die Bindehaut (conjunctiva) des Auges



Fig. 95. Eine Meibom-sche Drüse aus dem Augenlidknorpel.
1 der gemeinsame Ausführungsgang, an welchem 2 die Drüsen-Läppchen.

*) Die Talgdrüsen der „Haut" haben andere Form, wirken aber ähnlich.

(Fig. 96, g g). Die Bindehaut ist ein Sack aus Schleimhaut; der Grund des Sackes überzieht die vordere Oberfläche des Auges; die Wände des Sackes steigen am Auge herauf und herunter, indem sie die innere Oberfläche der Augenlider bekleiden, und die Oeffnung des Sackes ist der

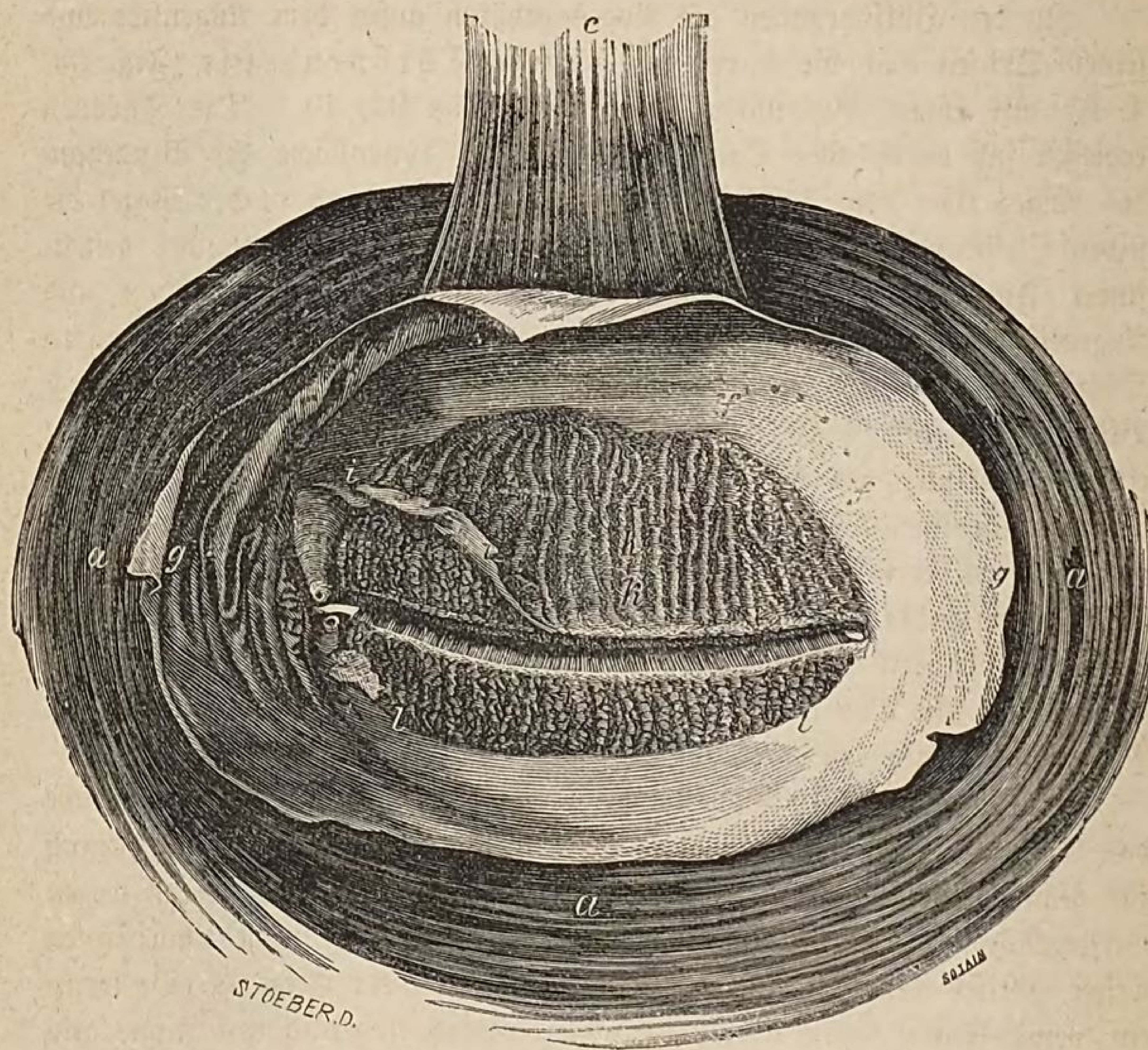


Fig. 96. Innere Fläche der Augenlider, von der Bindehaut überzogen.

freie Rand des obern und untern Augenlides, wo die Schleimhaut der „Conjunctiva“ in die äußere Haut des Augenlides übergeht*). Auf der Innenseite des obern Augenlides ist ein Lappen der Bindehaut zurückpräparirt (Fig. 96, i i), und man sieht nun die freiliegenden Meibom'schen

*) Man sieht diesen Sack im Durchschnitt in Taf. IV: „Das menschliche Auge“.

Drüsen, welche auch durch die Bindehaut sich erkennen lassen (h, k). Vom untern Augenlide ist die Bindehaut gänzlich abpräparirt, so daß man die sämmtlichen Meibom'schen Drüsen (l l) sieht, deren Ausgangsöffnungen auf der Innenfläche der Augenlidspalte (b b) nach innen von den Augenwimpern sichtbar sind.

Zu den Hülfsorganen des Auges gehören außer dem Augenlide und seinen Drüsen auch die obere und untere Thränendrüse (Fig. 94, 4, 5) mit ihren Ausführungsöffnungen (Fig. 94, 6). Die Thränen ergießen sich durch diese Oeffnungen auf die Innenfläche der Bindehaut des Auges über dem äußern Augenwinkel, woselbst man in der Regel die sieben Oeffnungen in Form eines flachen Bogens nebeneinander gestellt findet (Fig. 96, f f). Von da fließen die Thränen zwischen Auge und Augenlid herab, umspülen und umwaschen das Auge auf seiner ganzen Oberfläche, — was durch die Bewegungen des Augapfels und durch Blinzeln mit den Augenlidern befördert wird, — und sammeln sich in einer Vertiefung am innern Augenwinkel, dem Thränensee, einer halbmondförmigen Falte der Bindehaut (Fig. 94, 7), an, um daselbst von den in der Nähe am freien Rande der Augenlider befindlichen Thränenpunkten (Fig. 94, 9; man sieht die Thränenpunkte von innen am innern Augenwinkel in Fig. 96) aufgesogen und durch den Thränensack und Thränennasengang (Fig. 94, 12, 13) in das Innere der Nasenhöhle geführt zu werden.

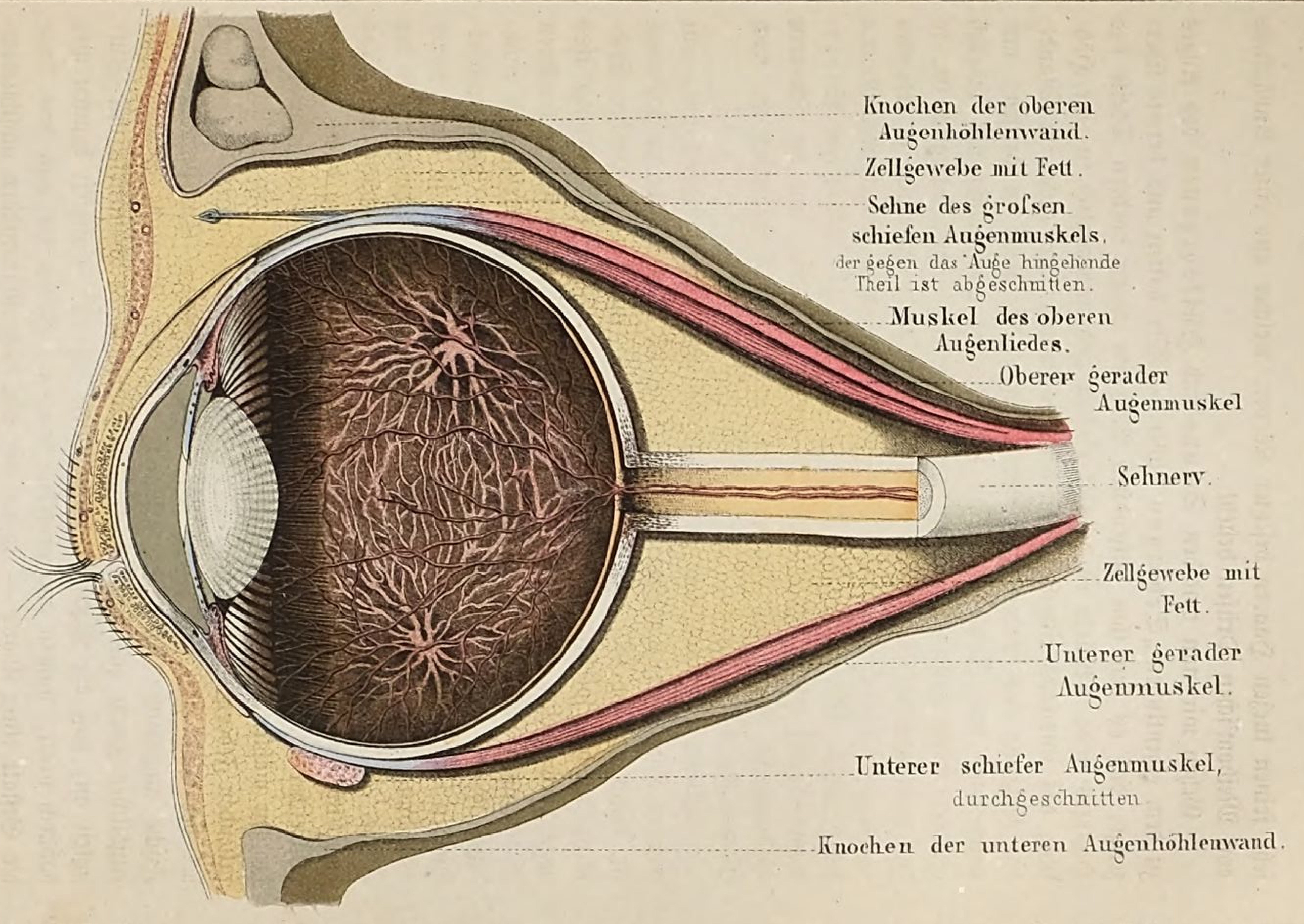
Die Thränendrüsen sondern unausgesetzt Thränenflüssigkeit ab, welche das Auge rein, die Nase feucht erhält. Wir bemerken die Absonderung für gewöhnlich nicht; nur dann wird sie sichtbar, wenn entweder wegen Verstopfung der Thränenpunkte die Thränenflüssigkeit nicht nach innen weiter geleitet werden kann, oder wenn durch äußere Reize (z. B. wenn ein wenig Sand, Kohle oder dergleichen zwischen Augenlid nnd Auge, also in den Sack der Bindehaut des Auges geräth) in Folge eines Reflexes der Gefühlsnerven die Thränenabsonderung so vermehrt wird, daß die engen Oeffnungen der Thränenpunkte zur Ableitung nicht genügen. Das Gleiche tritt ein beim Weinen vor Körperschmerz oder vor geistigem Kummer. Das Ueberfließen der Thränen über das Auge ist eine „Ueberschwemmung", weil die Ableitungskanäle nicht zureichen, um die Flüssigkeit fortzuschaffen.

Im innern Winkel der Augen, im Grunde des Thränensees befindet sich die Thränenkarunkel (Fig. 94, 8) ein rundlicher, röthlicher, mit

sehr feinen kurzen Haaren besetzter Körper, welcher aus einer Anhäufung von Meibom'schen Drüsen besteht.

Gehen wir nun von den Schutz- und Hülfsorganen des Auges zu dem eigentlichen „Sehorgan“ über. — Wir hatten uns bereits überzeugt, daß es den ihm passendsten Platz im obern vordern Theile des Hauptes finde. Würde es daselbst einfach und unbeweglich in eine Höhlung des Knochens eingebettet werden, so wären wir nicht im Stande, die Richtung des Sehens zu ändern, ohne den Kopf zu drehen; nur dann wird das Sehorgan dem Menschen so zweckmäßig als möglich dienen, wenn dasselbe innerhalb gewisser Grenzen leicht beweglich ist, so daß man aus der Richtung des Blickes zugleich die Richtung zu erkennen vermag, in welcher ein Körper in dem den Sehenden umgebenden Raume sich befindet. Mit der Beweglichkeit muß aber Festigkeit und Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse vereinigt werden, um der schweren Bedrängniß, welche der Verlust eines Auges für den Sehenden ist, nach Möglichkeit vorzubeugen.

Blicken wir uns nun im Reiche des organischen Lebens um, mit welchen Hülfsmitteln erhöhte Festigkeit eines Körpertheiles zu gewinnen ist, wenn derselbe nicht aus Knochen, sondern aus an sich weicher Substanz besteht, so finden wir, daß immer die Form eines Hohlgefäßes dazu verwendet wird: entweder ein Hohlgefäß mit ziemlich starren trockenen Wandungen, wie bei dem Kiele der Feder, oder ein Hohlgefäß von rundlicher Form, welches seinen Inhalt elastisch umspannt und (durch wechselseitigen Druck des Inhaltes und der Wände auf einander) so lange starre Wandungen hat, als es gefüllt bleibt, wie z. B. die Schwimmblase der Fische. Für das Sehorgan, welches zahlreiche Nerven haben muß, um das Licht zu empfinden, und welches daher zur Ernährung dieser Nerven zahlreicher Blutgefäße bedarf, wird man nicht starre, austrocknende Wandungen wählen dürfen, wie bei den minder wichtigen und jährlich ausfallenden Federn, sondern man wird dasselbe Hülfsmittel anwenden, welches bei der auch für die ganze Lebenszeit berechneten Schwimmblase der Fische angewendet ist. Wir gestalten also das bewegliche Sehorgan in rundlicher Form aus fester Haut und füllen es so vollständig mit Flüssigkeit an, daß die elastischen Wände fest auf die Flüssigkeit drücken und dadurch prall, nahezu unnachgiebig werden. Geben wir nun dem Auge die Gestalt einer Kugel, — lassen wir den viele Nervenfäden umschließenden Sehnerven ziemlich dick sein und von hinten in die Hohlkugel ein-



Reclam d. Leib des Menschen — Stuttgart: K. Thienemann's Verlag.

Das menschliche Auge.

(Senkrechter Durchschnitt.)

treten, um innen auf ihrer Wandung seine Nervenfasern ausbreiten zu können, — so gewinnt das Auge ungefähr die Gestalt eines Apfels mit einem verhältnißmäßig langen und dicken Stiele. Diese Gestalt hat es am meisten im senkrechten Durchschnitt (vgl. Taf. IV: „Das menschliche Auge").

Der Augapfel liegt frei im Innern einer trichterförmig gestalteten Höhle der Schädelknochen. (Das Innere der beiden Augenhöhlen von vorn zeigt Fig. 54, S. 95, — die Augenhöhleöffnung von der Seite sieht man Fig. 53, S. 94, und den Durchschnitt der trichterförmigen Höhle von oben nach unten stellt Taf. IV dar.) In dieser Höhle liegt das Auge nicht, sondern es schwebt; in seiner Lage wird es erhalten in der Richtung von hinten nach vorn durch den Sehnerven, welcher verhindert, daß der Augapfel durch irgend welchen Umstand zu weit hervorgedrängt werde; nach oben und unten, sowie nach beiden Seiten und in der Richtung von vorn nach hinten wird dem Augapfel seine bestimmte Lage angewiesen durch zahlreiche mit Fett erfüllte Zellen, welche den gesammten Hohlraum in der Augenhöhle zwischen dem Augapfel und den Knochen einnehmen. Dieses die gesammte Augenhöhle erfüllende Fett (welches bei wohlgenährten Personen so weit vordringt, daß es den Augenlidern eine sanfte Wölbung ertheilt, während diese einsinken, wenn das Fett in Folge allgemeiner Abmagerung abnimmt) hat für das Auge noch einen weiteren Vortheil.

Wenn wir einen zarten, zerbrechlichen Gegenstand durch die Post verschicken wollen, so verpacken wir ihn in eine Kiste oder Schachtel mit festen, unnachgiebigen Wandungen und füllen den Hohlraum zwischen dem Gegenstande und der Kiste mit Watte, Heu, Stroh, Papierschnitzeln oder Aehnlichem aus. Genau in derselben Weise ist das Auge in unserer Augenhöhle verpackt; indem es auf allen Seiten von Fettgewebe umgeben ist, liegt es in seiner Knochenhöhle sicher verwahrt für die Lebensreise. Läge es frei in der Augenhöhle, so würde jeder Sprung, jeder Fall das Auge gegen die Wandungen der Höhle schleudern, und es wäre der Beschädigung ausgesetzt. Indem es aber auf dem außerordentlich weichen Polster der im Leben mit ölflüssigem Fett gefüllten Zellen allseitig aufruht, befindet es sich in ähnlicher Lage wie ein Mensch, der in einer sehr gut gepolsterten Kutsche fährt und daher die Stöße und Erschütterungen des Wagens in äußerst geringem Grade nur als leises Erzittern fühlt. Beim Auge muß jede Erschütterung noch in geringerem Grade sich kund-

geben, weil es von allen Seiten von weichem Polster umgeben ist, daher nicht ausweichen kann. Außerdem gewährt ihm das Fett eine warme Hülle und schützt den Augapfel vor Durchkältung selbst im grimmigsten Winterfroste.

Zur Bewegung des Auges dient ein zahlreicher und wohlgeordneter Muskelapparat. Der Augapfel findet für diese Bewegungen seine nöthigen Stützpunkte theils in dem ihn umgebenden Fette, theils in dem Sehnerven, welcher von hinten durch eine Oeffnung in die Augenhöhle eintritt (Fig. 97, 1). Die Bewegungen nach oben, innen, außen und unten werden

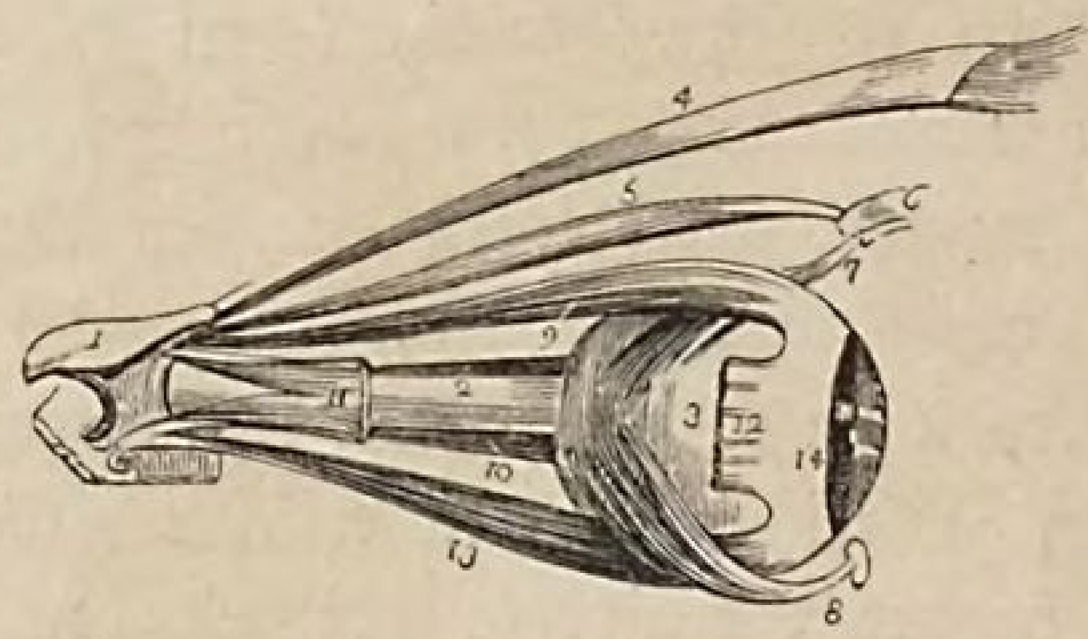


Fig. 97. Muskeln des rechten Auges, von außen gesehen.

1 Der Theil des Schädelknochen (Stück des Keilbeins), welcher den Sehnerven umschließt. — 2 Der Sehnerv. — 3 Der Augapfel. — 4 Der Muskel, welcher das obere Augenlid hebt, in Verbindung mit dem Knorpel des obern Augenlides. — 5 Der schiefe obere Augenmuskel. — 6 Die faserknorpelige Rolle, über welche die Sehne dieses Muskels hinweggeht, welche dann 7 sich nach hinten zurückschlägt. — 8 Der schiefe untere Augenmuskel, mit einem kleinen Stück des untern Augenhöhlenrandes, an welchen er sich ansetzt. — 9 Der gerade obere Augenmuskel. — 10 Der gerade innere Augenmuskel, größtentheils durch den Sehnerven verdeckt. — 11 Das hintere Ende des geraden äußern Augenmuskels, dessen mittlerer Theil weggeschnitten wurde bis zu 12 dem vorderen Ende, damit man den Sehnerven sehen könne. — 13 Der gerade untere Augenmuskel. — 14 Rand der Hornhaut, in deren Nähe sich die platten Sehnen der vier geraden Augenmuskel (9, 10, 12, 13) an die harte weiße Augenhaut anheften.

durch vier Muskeln bewerkstelligt, welche gerade von vorn nach hinten verlaufen und daher die Namen des geraden obern (Fig. 97, 9), innern (10), äußern (11, 12) und untern (13) Augenmuskels tragen. Für die Bewegung nach innen und unten dient der schiefe obere Augenmuskel (Fig. 97, 5), dessen Sehne über eine kleine Rolle hinweggeht und dann sich nach hinten zurückschlägt. Der schiefe untere Augenmuskel (Fig. 97, 8) geht vorn vom Boden der Augenhöhle an die äußere Seite des Augapfels und wälzt denselben abwärts nach außen. Der Augapfel kann keine anderen Bewegungen ausführen, als wälzende, rollende. Von seinen Nerven und der ihn umgebenden Fettmasse auf einer und derselben Stelle festgehalten, kann er sich nur um sich selbst bewegen, —

wie eine Kugel, welche gedreht wird, aber dabei auf ihrer Stelle liegen bleibt. Eben dadurch, daß der Augapfel beinahe eine Kugelgestalt hat, wird seine große vielseitige Beweglichkeit mit möglichst geringer Bewegung gewonnen. — Ueber dem geraden obern Augenmuskel liegt der schon er=

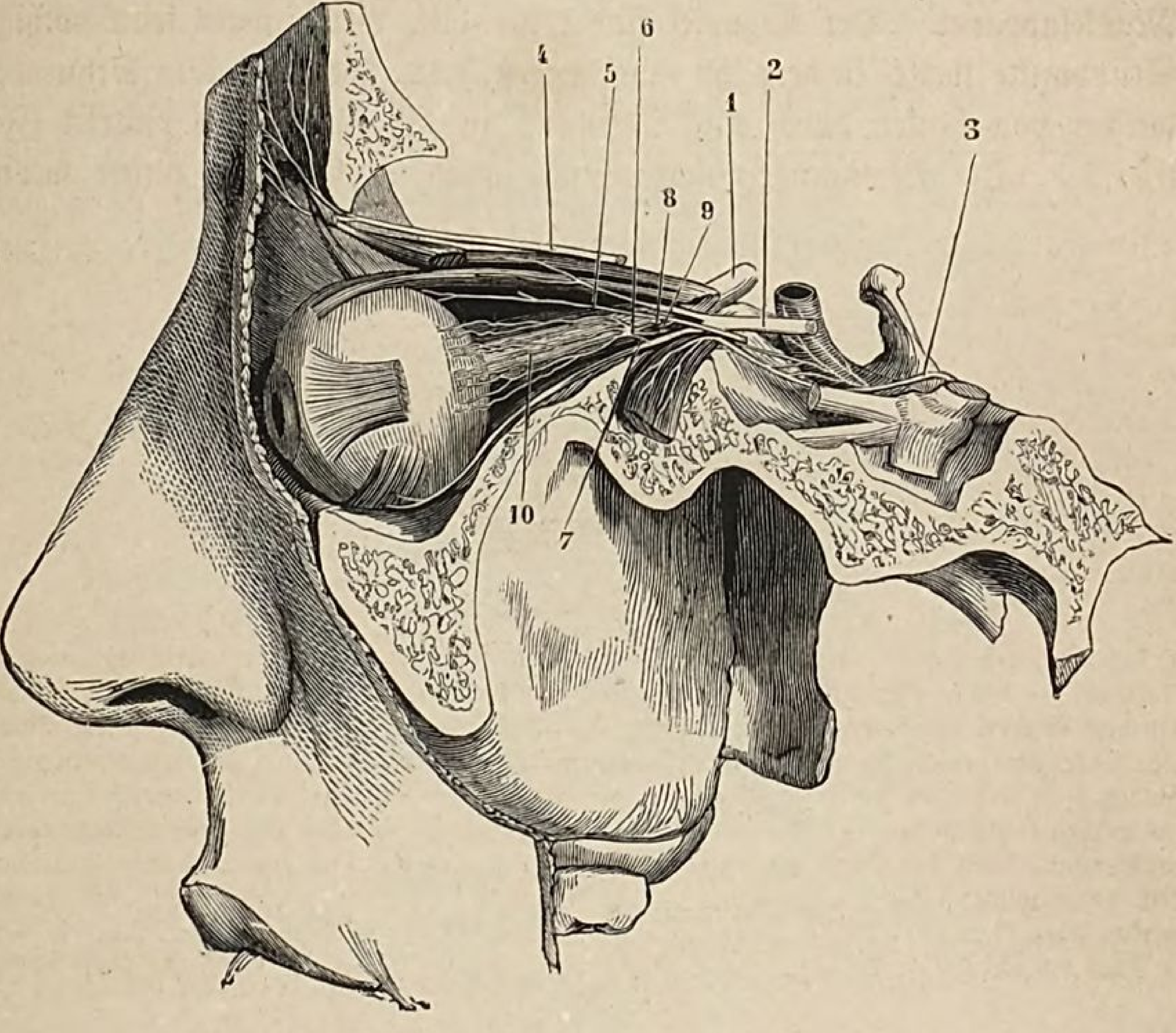


Fig. 98. Die Nerven im Innern der Augenhöhle.

1 Seh=Nerv. — 2 Gemeinsamer Bewegungs=Nerv (für die Augenmuskeln). — 3 Aeußerer Bewegungs=Nerv. (Unter demselben sieht man das große, auf der Tafel „Die Nerven der Zunge" bereits abgebildete Ganglion der dreigetheilten Nerven.) — 4 Stirn=Nerv. — 5 Nasen=Nerv. — 6 Augen=Ganglion; 7 dessen kurze, aus Bewegungs=Nervenfasern bestehende Wurzel; 8 dessen lange, aus Empfindungs=Nervenfasern zusammengesetzte Wurzel; 9 Wurzel aus Fasern des Sympathicus. — 10 Ciliar=Nerven.

wähnte Heber des obern Augenlides (Fig. 97, 4), welcher das obere Augenlid nach oben in die Augenhöhle zurückzieht.

Außer dem Sehnerven treten noch andere zahlreiche kleinere Nerven in die Augenhöhle ein, um theils die Häute des Augapfels, theils die dem Auge benachbarten Theile des Gesichts mit Nervenfasern zu versorgen (Fig. 98). Namentlich gibt der erste Zweig des dreigetheilten Nerven

(Taf. II: „Die Nerven der Zunge", 1) Nerven zur Thränendrüse, zur Stirne (Fig. 98, 4), zur Nase (Fig. 98, 5) und hilft das Augenhöhlenganglion bilden (Fig. 98, 6), welches (aus drei Nervenästen zusammengesetzt) zu allen Ernährungsvorgängen und unwillkürlichen Bewegungen im Innern der Augenhöhle wie des Auges in naher Beziehung steht.

Die Kugelgestalt des Auges unverändert zu erhalten, dient besonders die harte Sehnenhaut; dieselbe ist von weißer Farbe und Jedermann bekannt, da man sie am lebenden Menschen durch die fast durchsichtige Bindehaut des Auges hindurchschimmern sieht, sobald das obere Augenlid

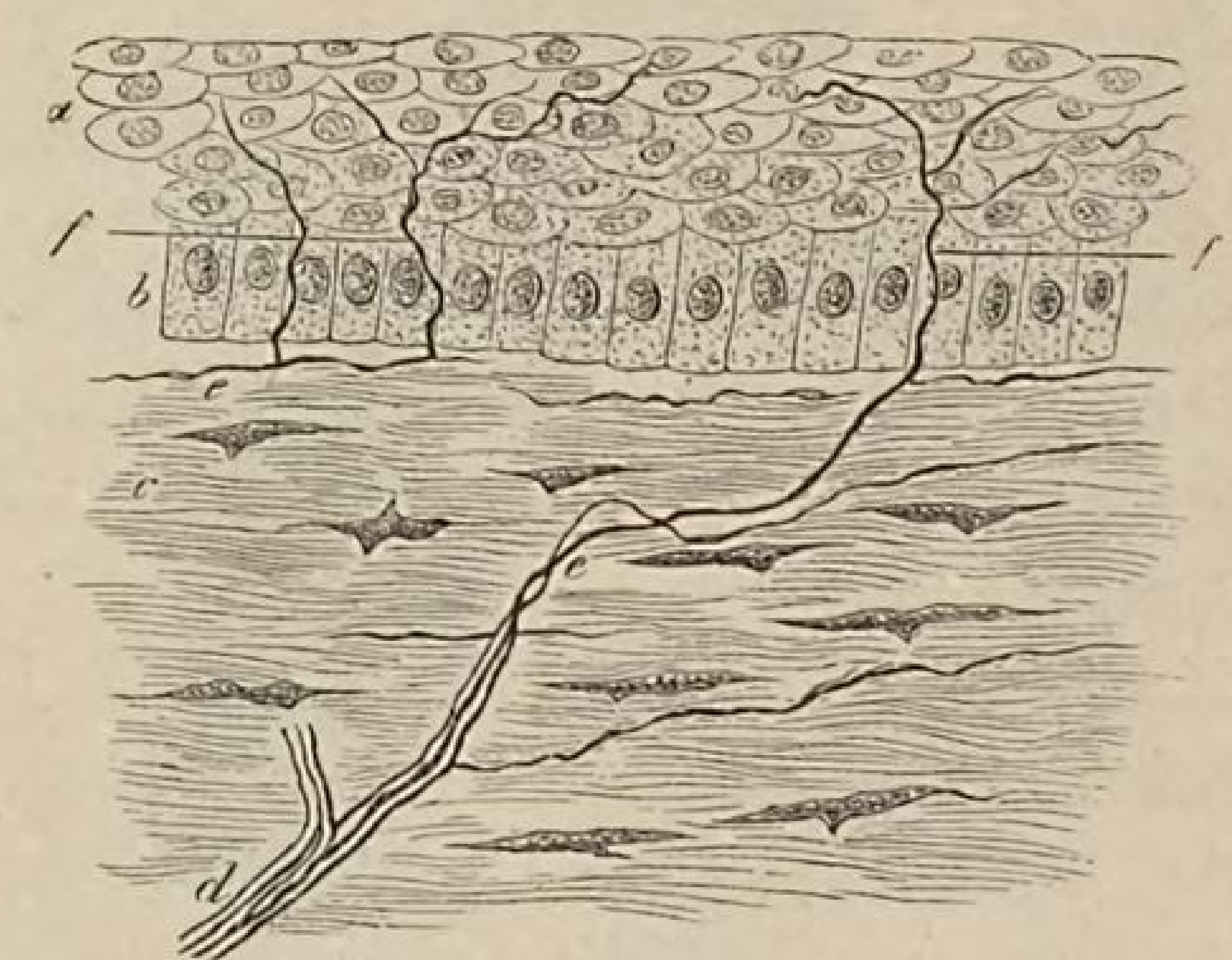


Fig. 99. Hornhaut des Auges.
(Senkrechter Durchschnitt mit Chlorgold behandelt.) Vergrößerung 250.
a ältere, b jüngere Epithelial-Zellen der Bindehaut. c c Hornhaut. — d ein Nervenstämmchen, welches sich in e e feinste Nervenfasern ausbreitet; dieselben endigen zwischen den Zellen der Bindehaut mit Kolben.

vom untern entfernt wird: also beim Oeffnen des Auges nach dem Schlafe, beim Blick nach oben u. s. w. Die Sehnenhaut ist derb, nur wenig elastisch; sie bildet das äußere Gerüst des Augapfels, welches ihm Schutz verleiht in ähnlicher Weise, wie die harte Schale dem Ei, der Muschel, dem Krebse.

In dem vordersten Theile der Sehnenhaut befindet sich ein rundes, nach außen etwas gewölbtes Fenster: die Hornhaut; dieselbe dient ebensowol dazu, Lichtstrahlen in das Innere des Auges eindringen zu lassen, als auch Lichtstrahlen von innen nach außen gelangen zu lassen, wenn der Innenraum des Auges beleuchtet ist. In glücklichster Weise ist in der Bildung der Hornhaut eine der schwierigsten Aufgaben gelöst worden,

welche bei der Bildung des Auges gestellt werden konnten. Ein Fenster, welches die Lichtstrahlen einläßt, war unentbehrlich, wenn eben diese Strahlen empfunden werden sollen. Die Licht einlassende Oeffnung durfte jedoch nicht etwa nur aus einem Loch in der Sehnenhaut bestehen, denn sonst wäre die Feuchtigkeit ausgeflossen, welche, wie wir sahen, das Innere des Augapfels ausfüllt, und das Auge im Interesse der Festigkeit seiner Gestalt und der Widerstandsfähigkeit gegen äußere Unbilden in solchem Grade ausfüllen muß, daß der Inhalt fest gegen die inneren Wandungen des Auges preßt. Man kann sich auf jedem Schlachthofe davon überzeugen, daß dieser gegenseitige Druck ziemlich erheblich ist; sobald man in die Hornhaut eines eben erst getödteten Thieres einsticht, spritzt die Flüssigkeit heraus, durch den Druck der weißen Sehnenhaut und der Hornhaut hervorgetrieben. Es bedurfte also für das Fenster unseres Augapfels nicht nur einer durchsichtigen, sondern auch einer derben, festen, unnachgiebigen Haut. Dies wurde erreicht durch flache Zellen, welche in mehreren Schichten über einander liegen; zwischen den Zellen befinden sich zarte Röhren und Hohlräume, welche vom Blute den nahrungsreichen, durchsichtigen Saft zur Unterhaltung des Stoffwechsels den Zellen zuführen, und verzweigen sich außerdem Nerven, welche sowohl Tastgefühl vermitteln, als die Ernährungsvorgänge beeinflussen (Fig. 99). Diese Nerven gehen zum Theil durch die Hornhaut hindurch bis in die Bindehaut (Fig. 99, a. b), welche die vordere Fläche der Hornhaut überkleidet, und endigen daselbst mit den schon früher besprochenen knopfartigen Anschwellungen oder Endkolben (Fig. 100).

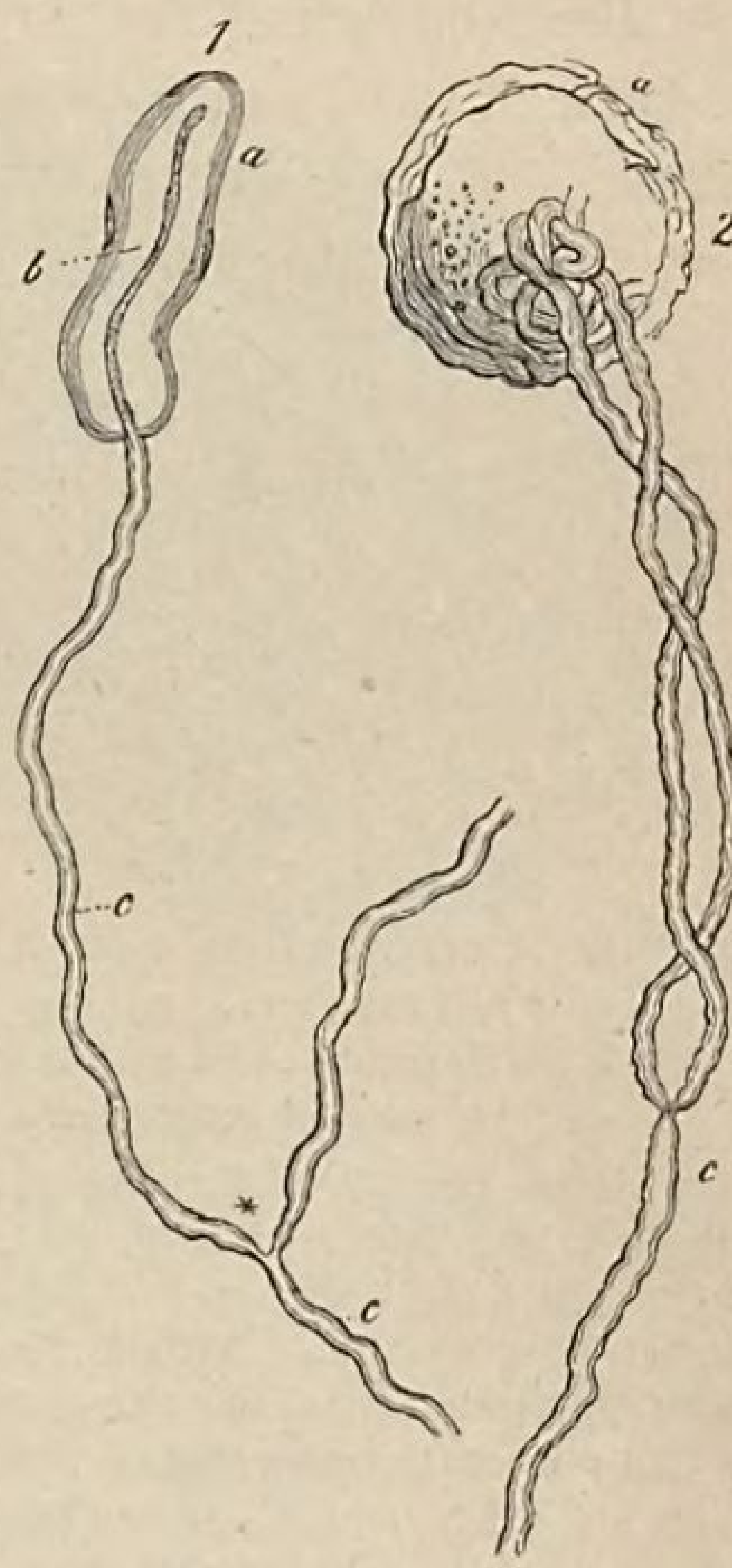


Fig. 100. Endkolben der Nerven in der Bindehaut des Auges. 1 vom Kalbe, 2 vom Menschen. a der Kolben, — b das blasse Endstück der c Nervenröhre, welche sich bei * gabelig verästelt.

Schneidet man mit großer Vorsicht mittelst gekrümmter Scheeren, unter Wasser, an einem Auge eines vor nicht langer Zeit getödteten

Thieres die Sehnenhaut von den darunter liegenden Theilen ab, — schält man also gewissermaßen ein Auge in ähnlicher Weise, wie man die Schale eines gekochten Eies entfernen kann, so erblickt man die unter der Sehnenhaut liegende Aderhaut oder Gefäßhaut (Fig. 101). Die Aderhaut besteht fast ausschließlich aus einem dichten Geflechte ziemlich starker Blutgefäße und liefert dem Auge nicht nur das zur Ernährung aller seiner Theile nöthige Blut, sondern nützt ihm auch noch wesentlich durch die Wärme des Blutes. Die Aderhaut ist gleichsam der Heizapparat des Augapfels. Ihr, sowie der nur in geringem Grade wärmeleitenden Fettmasse, von welcher der Augapfel umhüllt ist, haben wir es zu danken, daß das kleine Organ, welches an seiner vordern Fläche durch Thränen immer feucht erhalten wird, selbst in der größten Winterkälte seine Verrichtung ausüben kann. Wir frieren an Händen und Füßen, diese Theile erstarren und versagen uns ihren Dienst; aber im Innern des Auges fühlen wir keinen Frost, wenn auch unter dem Einflusse des Nordostwindes die Thränenfeuchtigkeit an den Wimpern gefriert. Bei einer Kälte, bei welcher wir Nase und Ohren erfrieren, bleibt das Auge warm. — Nach innen ist die Aderhaut mit dunkel gefärbten Zellen belegt und entspricht der schwarzen Färbung des Innenraumes einer camera obscura. Es saugt die dunkle Farbe Licht ein und hindert so bei gewöhnlicher Beleuchtung, daß im Innern des Auges Lichtstrahlen zurückgeworfen (reflectirt) werden und eine unruhige, blendende, das Sehen behindernde Lichtempfindung entstehe.

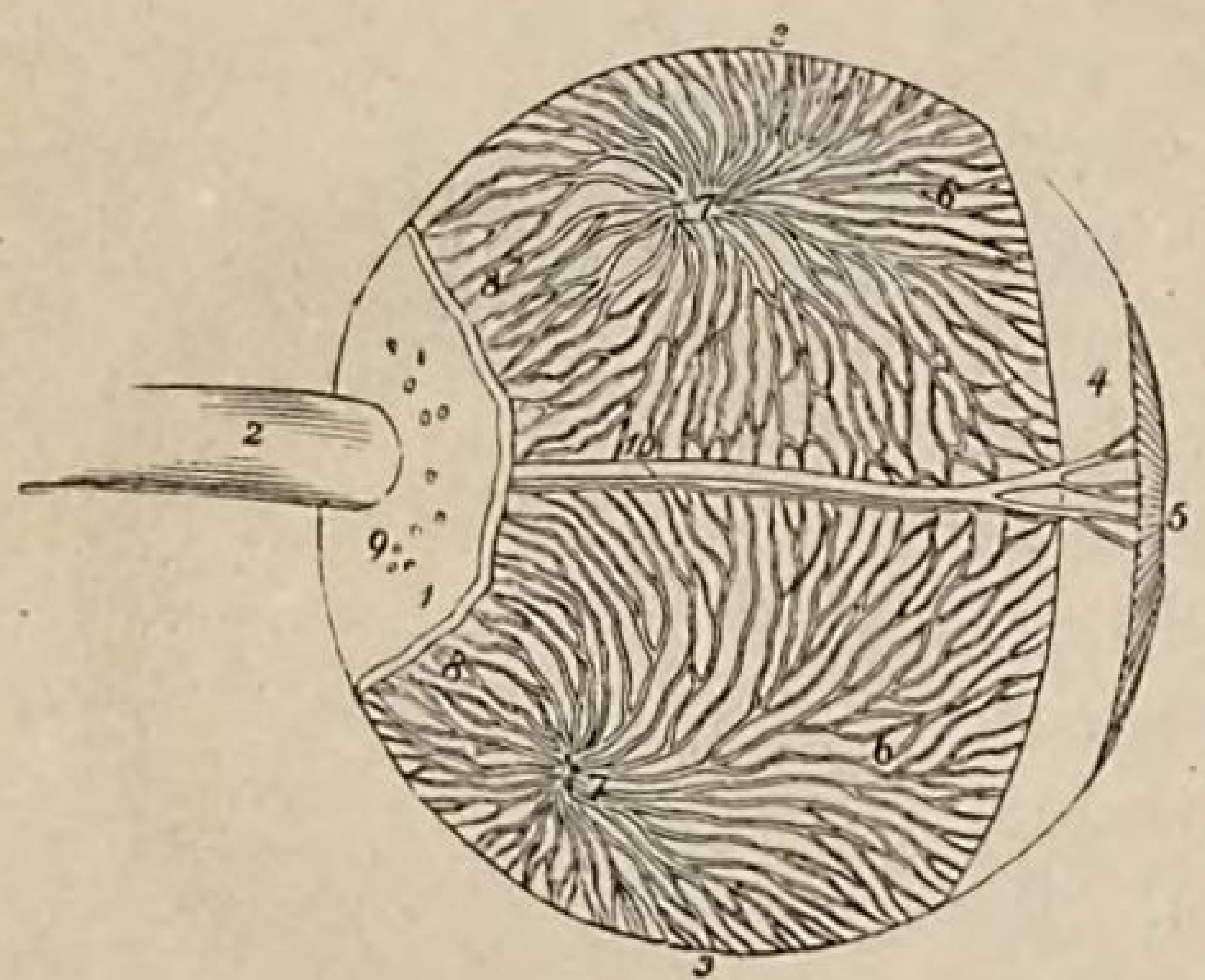


Fig. 101. Seitenansicht des Augapfels mit freigelegter Aderhaut, nachdem die Sehnenhaut und die Hornhaut abgetragen worden sind; zweimal vergrößert.

1 Der hintere Theil der weißen Augenhaut oder Sehnenhaut mit 2 dem Sehnerven. — 3, 3 Die Gefäßschicht an der Außenseite der Aderhaut. — 4 Das Strahlenband oder der Ciliarmuskel. — 5 Iris, Regenbogenhaut. — 6 Strahlenförmig verlaufende Blutgefäßchen, welche an der Stelle ihres Zusammenflusses 7 Venen, Blutadern bilden, die am hintern Theile des Augapfels durch die Sehnenhaut treten. — 8 Kürzere Blutgefäße am hintern Theile des Auges, welche daselbst 9 durch die Sehnenhaut das Blut nach außen leiten. — 10 Eine Vene vom Strahlenkranze nebst dem entsprechenden Nerven.

Nachdem die Aderhaut bis an die Grenze der Hornhaut an der innern Fläche der Sehnenhaut vorgegangen ist, dehnt sie sich hier in strahligen Falten weiter aus, wölbt sich etwas nach vorn und läßt in der Mitte eine Oeffnung (Fig. 102). Diese in der Mitte von einem runden Loch durchbrochene Hautscheibe nennt man die Iris oder Regenbogenhaut, oder wegen der strahligen Anordnung ihrer Faser den Augenstern, — die runde Oeffnung in ihrer Mitte die Pupille oder das Sehloch.

Die Pupille stellt für das Auge die Fensteröffnung dar, durch welche Lichtstrahlen einfallen, — durch welche hindurch wir also sehen. — Wie die Fenster eines Zimmers, welches nur wenig im Innern erleuchtet ist, von der Straße aus schwarz aussehen, so erscheint uns auch am lebenden Menschen die Pupillenöffnung mit schwarzer Farbe; die Ursache liegt theils in dem dunkeln Farbenbeleg auf der Innenfläche der „Aderhaut", durch welchen das Zurückspiegeln der Lichtstrahlen behindert wird, theils in der Lichtbrechung im Innern des Auges.

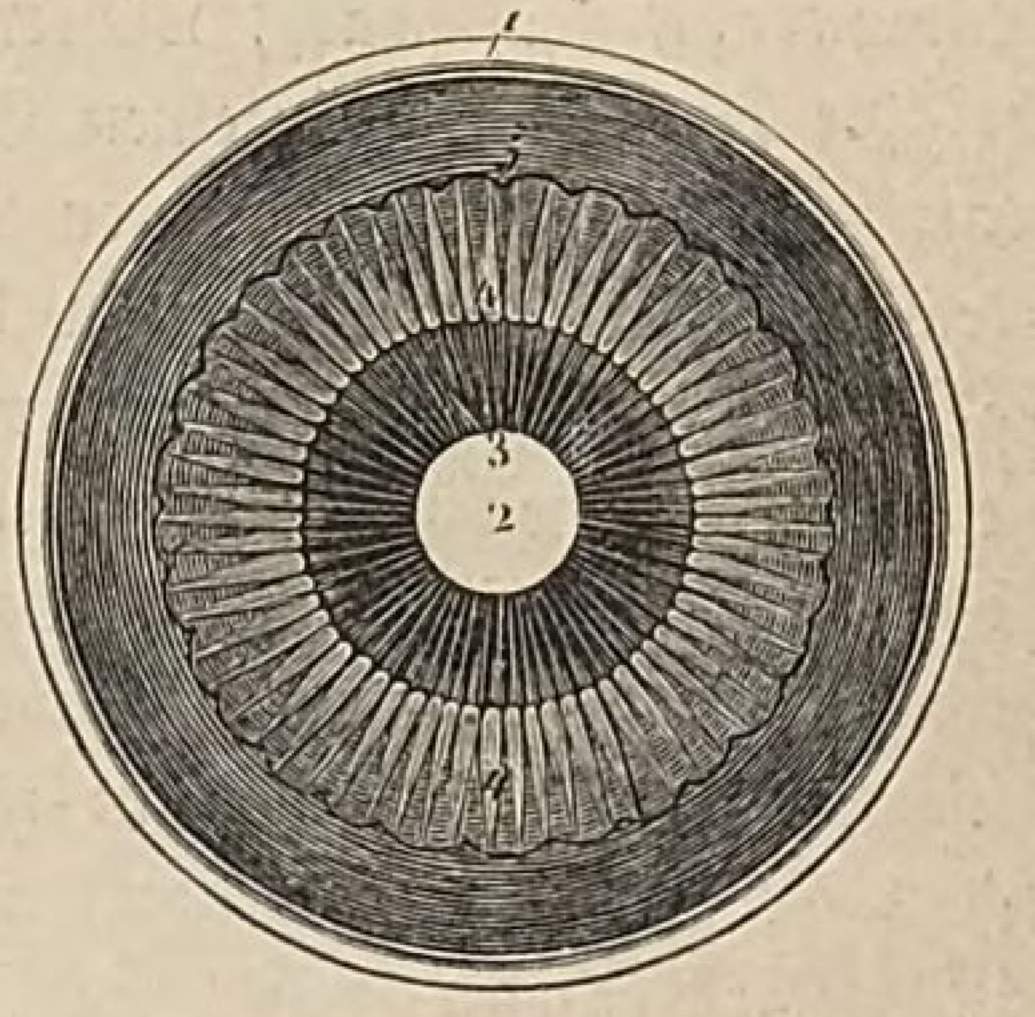


Fig. 102. Vorderer Abschnitt des Auges durch einen senkrechten Querschnitt abgetrennt, von hinten oder innen betrachtet. 1 Durchschnitt der drei Augenhäute sclerotica, choroidea und retina. — 2 Die Pupille. — 3 Die Iris mit der Pigmentschicht an ihrer hintern Fläche. — 4 Die Ciliarfortsätze. — 5 Die ausgebuchtete Grenze, an welcher der Ciliarkörper beginnt.

Vom Fenster eines Wohnzimmers unterscheidet sich aber die Pupille unseres Auges sehr wesentlich durch ihre „Vergrößerung" und „Verkleinerung". Lassen wir einen gesunden lebenden Menschen (oder auch einen Hund, eine Katze) gegen das Licht sehen, sei es nun Tageslicht oder künstliches, so bemerken wir, daß das Sehloch sich verkleinert. Wenn dagegen das von uns beobachtete Auge vom Lichte weggewendet wird, so daß der Mensch (oder das Thier) der Lichtquelle seinen Rücken zukehrt, so wird die Pupille groß. Durch diese Verkleinerung bei greller Beleuchtung (d. h. wenn viele Lichtstrahlen gleichzeitig das Auge beleuchten) und durch die Vergrößerung bei matter Beleuchtung (mit verhältnißmäßig wenig Licht) wird bewirkt, daß den lichtempfindenden Theilen unseres Auges immer ziemlich gleiche Lichtmenge zugeführt wird.

Die „Iris" oder „Regenbogenhaut", — durch deren Zusammenziehung die Pupille verkleinert wird, — ist also gleichsam das Mittel, durch welches das Licht unserem Auge, man möchte fast sagen, zugemessen wird. Ihre Zusammenziehung behütet uns bis auf einen gewissen Grad vor zu großer Helle und gewährt uns die Möglichkeit, auch bei geringer Helligkeit, in der Dämmerung, deutlich zu sehen. (Thiere, deren Pupille sich außerordentlich erweitern kann, z. B. Katzen, Eulen, vermögen daher sehr schwaches Licht noch deutlich zu empfinden und sehen in der Dämmerung noch scharf, während uns Menschen die Umgebung fast dunkel, die Formen der einzelnen Gegenstände nicht klar bestimmbar erscheinen; — Thiere dagegen, deren Pupille in geringerem Grade ihre Größe verändern kann, vermögen in der Dämmerung nicht deutlich zu sehen; daher sind z. B. Hunde und Pferde scheu und vorsichtig, namentlich wenn sie in einer ihnen fremden Gegend sich befinden; daher flüchten die meisten Vögel mit Einbruch der Dämmerung nach ihrem Nachtruheplatz und vermögen nach Sonnenuntergang aufgestört nicht wie sonst zu entfliehen, sondern flattern ängstlich hin und wider.) Außerdem nützt die Iris, indem sie das Licht abblendet, unserem Auge zugleich in ähnlicher Weise, wie die „Blendungen" im Innern der Fernröhre und Mikroskope: sie läßt sich nur durch den mittleren Theil der optischen Linse das Licht brechen und fördert dadurch wesentlich so Schärfe als Klarheit der Gesichtseindrücke.

Die Farbe der Iris schwankt bei Erwachsenen zwischen gelbgrau, grünlichgrau, graublau, tiefblau bis braun. Bei Neugebornen finden wir diese Farbenunterschiede nicht; alle Kinder haben kurz nach ihrer Geburt blaue Augen und erst in späterer Lebenszeit wird der Farbstoff in der Iris abgelagert, durch welchen sie eine andere Färbung erhält. Dies wußte bereits vor mehr als zweitausend Jahren Aristoteles.

Unmittelbar hinter der „Iris", und also auch hinter dem „Sehloch", liegt die Krystallinse, welche im gesunden Auge durch vollkommene Durchsichtigkeit diesem Namen entspricht (Fig. 103, 13). Sie wird durch eine sehr feine Haut, welche sich von ihr nach der Stelle fortsetzt, wo die Aderhaut in die Iris übergeht, auf ihrer Stelle festgehalten.

Die Linse ist im Auge der wirksamste Theil zur Brechung der Lichtstrahlen. Sie wirkt ähnlich wie eine Glaslinse in unseren optischen Instrumenten; von ihr hängt der Zustand der Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit vorzugsweise ab, wie wir später sehen werden.

Damit die Linse durch die erwähnte dünne Haut an ihrer Stelle gehalten werden könne, muß vor ihr und hinter ihr der Innenraum des Augapfels fest ausgefüllt sein. Dies muß aber geschehen mit vollständig durchsichtigem Füllmaterial. Auch diese schwierige Aufgabe ist am Auge

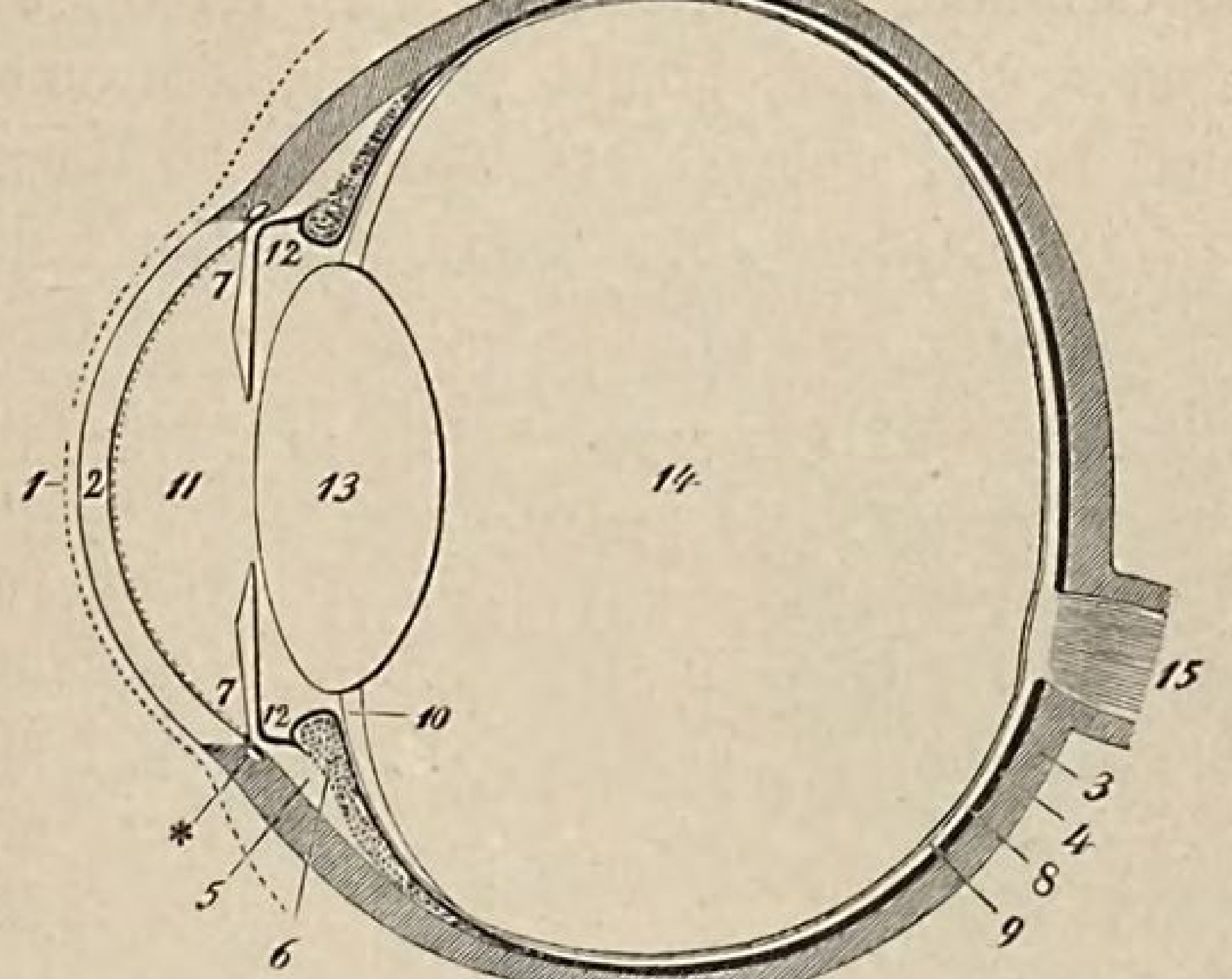


Fig. 103. Wagrechter Durchschnitt durch die Achse des rechten Augapfels (reichlich zweimal vergrößert).

1 Bindehaut (Conjunctiva) bis zu ihrer Umbiegung gegen die Augenlider. — 2 Hornhaut (Cornea) auf ihrer hintern Fläche von der Desormet'schen Haut (b) gebildet. — 3 Weiße Augenhaut (Sclerotica), welche die Form des Augapfels bildet. Vorn bedeckt sie mit ihrem vordern, schräg abgeschnittenen Rande den in entgegengesetzter Richtung zugeschärften Rand der Hornhaut und bildet an ihrer hintern Seite den Schlemm'schen Kanal (c). — 4 Gefäßhaut (Choroidea), deren vorderer Theil in 5 das Ciliarband übergeht, nach innen in 6 den Strahlenkranz (Corpus ciliare), und 7 die Regenbogenhaut (oder Blendung, Augenstern, Iris) bildet, welche in der Mitte von einem Loch, die Pupille, durchbrochen ist. — 8 Nervenhaut (Retina), zieht sich vorn bis zum Anfang des Ciliarkörpers fort. — 9 Die Glashaut mit 10 den Strahlenblättchen. — 11 Die vordere und 12 die hintere Augenkammer, beide von wässeriger Feuchtigkeit (Humor aqueus) erfüllt. — 13 Die Linse (Lens) von ihrer Kapsel umgeben. — 14 Der Glaskörper (Corpus vitreum) innerhalb der Glashaut eingeschlossen. — 15 Der Sehnerv (Nervus opticus), dessen Nervenmark sich als Nervenhaut ausbreitet, während seine Scheide in die „Sclerotica" übergeht. Der Sehnerv tritt nicht in der Mitte zum Augapfel, sondern von der inneren Seite; die Abbildung zeigt das „rechte" Auge.

in vollendeter Weise gelöst. Jene beiden Räume, welche man die vordere und hintere Kammer nennt (Fig. 103, 11 und 12), sind mit wässeriger Feuchtigkeit erfüllt, welche klar und durchsichtig wie Wasser den Raum zwischen Linse und Hornhaut zwar vollständig ausfüllt, aber doch dem Lichte wie durch Krystallglas den Durchgang gestattet. Der größere Raum

hinter der Linse bis zum Eintritte des Sehnerven (Fig. 103, 14) wird von einer vollständig durchsichtigen, einer festen Gallerte ähnlichen Substanz, dem Glaskörper, ausgefüllt.

Der Glaskörper erscheint uns, wenn wir ihn am geöffneten Auge eines Thieres sehen, vollständig durchsichtig; allein seine zarten Häute, welche gleichsam das Gerüst der Gallerte im Innern bilden, werfen doch beim Durchfallen des Lichtes einigen Schatten, der zwar an sich höchst unbedeutend ist, der aber von uns empfunden werden kann, sobald wir es wollen. Wir brauchen nur gegen weiße Wolken zu sehen und wir werden sofort schwachgraue, durchsichtige, geschlängelte Figuren, den Perlenschnüren ähnlich, erblicken; sie bewegen sich bei jeder Bewegung unseres Auges mit; weil aber diese Bewegungen fast unwillkürlich geschehen, so macht es uns den Eindruck, als bewegten sich jene gegenstandslosen, gespenstischen Figuren selbstständig. In früherer Zeit hat man sich viel mit dieser Erscheinung beschäftigt, bis man ihren einfachen, harmlosen Grund erkannt hatte. Jetzt grübeln darüber nur noch Hypochondristen und plagen ihren Arzt mit Erzählungen über diese «mouches volantes». Ihr Erscheinen ist nicht etwa ein Zeichen von Krankheit; jeder Mensch kann sie an seinem Auge wahrnehmen; wer sie noch nicht gesehen hat, hat sie eben bis dahin nicht beachtet. Aber diese „fliegenden Mücken“ sind heimtückisch! Wer sie noch nicht beobachtet hat, für den sind sie nicht vorhanden; wer sie aber einmal gesehen hat an seinem Auge, dem werden sie auch nimmer wieder verschwinden, sondern der wird sie immer wieder sehen, sobald er gegen eine helle, gleichmäßig beleuchtete Fläche blickt. — Wer vom Baume der Erkenntniß auch nur genascht hat, für den ist der Zustand unschuldiger Harmlosigkeit vorüber.

Durch das „Pupille“ genannte Fenster treten Lichtstrahlen in das Innere des Auges ein, — werden, indem sie durch die Linse hindurchgehen, in ihrer Richtung etwas verändert, — gelangen dann durch den Glaskörper in den hintern Theil des Auges, woselbst wir das Licht empfinden. Wie wir zur Empfindung des Tastens bestimmte Apparate an den Endigungen der Nerven besitzen, so finden sich auch deren für die Empfindung des Lichtes. Während die Tastempfindung aber über den ganzen Körper zerstreut ist und deshalb auch die tastempfindenden Nervenenden nicht an einem einzelnen Punkte vereinigt, sondern über den ganzen Körper zerstreut sein müssen, sind dagegen die lichtempfindenden Organe nur an zwei Stellen des Körpers angebracht: im Innern unserer

beiden Augen. Dort werden ihnen die Lichtstrahlen zweckmäßig gesammelt zugeführt. — Im Sinnesorgane des Auges treten also die Nervenendigungen dicht neben einander liegend als eine gemeinsame Masse auf; sie bilden daselbst eine Haut; und diese zwischen dem Glaskörper und der Aderhaut liegende Haut nennt man die Nervenhaut.

Die Nervenhaut des Auges kann man am hinter'n Querschnitte eines senkrecht von oben nach unten getheilten Auges fast in ihrer ganzen Oberfläche überblicken. Man sieht dann den Durchschnitt der drei Hautschichten des Auges (Fig. 104, 1), der Sehnenhaut, der Aderhaut und der am meisten nach innen liegenden Sehnervenhaut. In der Mitte ist die Sehnervenhaut ein wenig gefaltet, und daneben sieht man den Sehnerven eintreten (Fig. 104, 2), welcher seiner ganzen Länge nach im Innern von zwei zarten Blutgefäßen durchbohrt ist (vergl. Taf. IV, das menschliche Auge), die sich dann auf der Innenfläche der Nervenhaut Fig. 104, 3) verbreiten, aber auch weiter nach vorn Zweige zur Ernährung des Glaskörpers abgeben (s. Taf. IV). Nach außen von der Einsatzstelle des Sehnerven ist in der Nervenhaut eine kleine Grube von gelblicher Farbe, welche daher der gelbe Fleck heißt, dessen Eigenthümlichkeit uns noch später beschäftigen wird. —

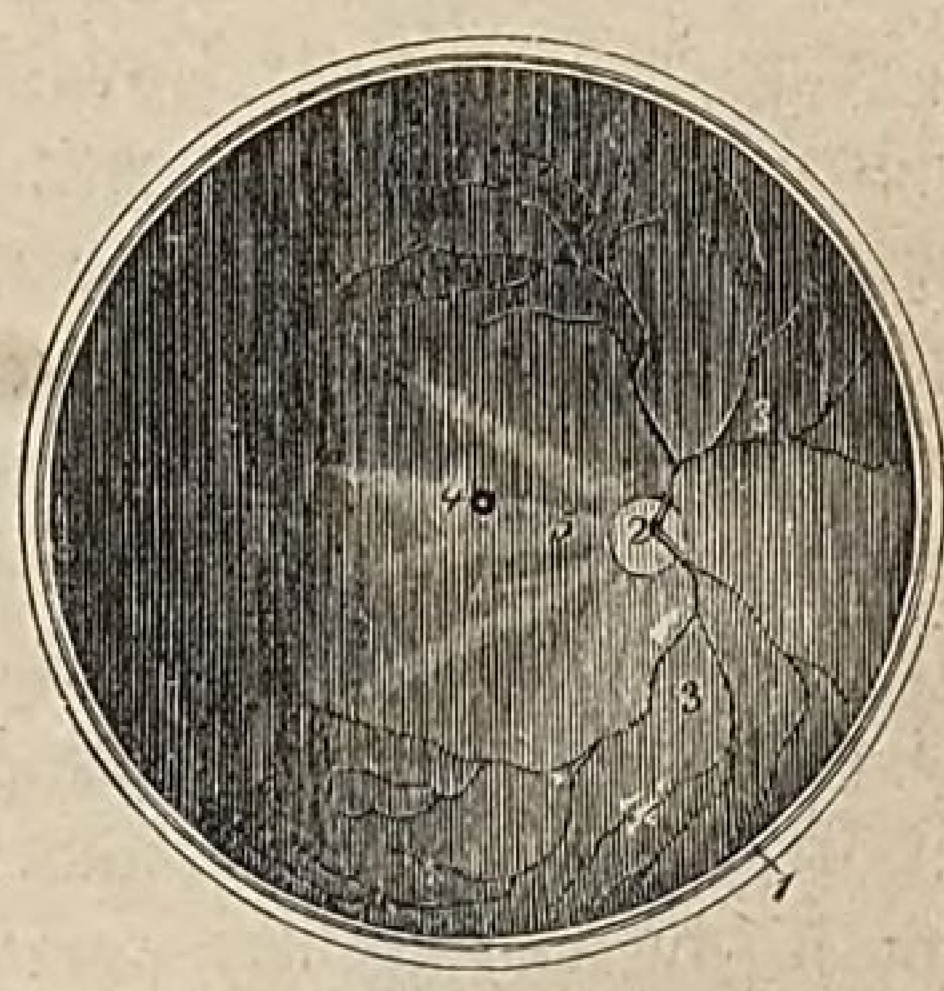


Fig. 104. Hinterer Abschnitt des rechten Auges,
von vorn auf der Innenfläche betrachtet.
1 Durchschnitt der drei Hautschichten des Augapfels. — 2 Eintritt des Sehnerven, von den in seiner Mitte verlaufenden Blutgefäßen durchbohrt, welche sich 3, 3 auf der Innenfläche der Sehnervenhaut verbreiten. — 4 Der gelbe Fleck mit der mittleren Grube. — 5 Die mittleren Querfalten der Retina.

Die Netzhaut (Sehnervenhaut oder Retina) ist also eine flächenförmige Ausbreitung des Sehnerven nebst den zur Lichtempfindung nöthigen Endorganen. Im lebenden Auge ist sie, wie alle Nerven, glashell, durchsichtig; nach dem Tode aber erscheint sie durch die bereits früher erwähnten in den Nerven vor sich gehenden Veränderungen milchweiß, durchscheinend. Untersucht man von dieser zarten Haut, gegen welche das Gewebe der Spinne als ein grobes Geflecht uns erscheint, möglichst dünne, senkrechte Durchschnitte unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung, so

erkennt man, daß diese Haut aus vielen einzelnen Schichten besteht, deren man nicht weniger als acht gezählt hat.

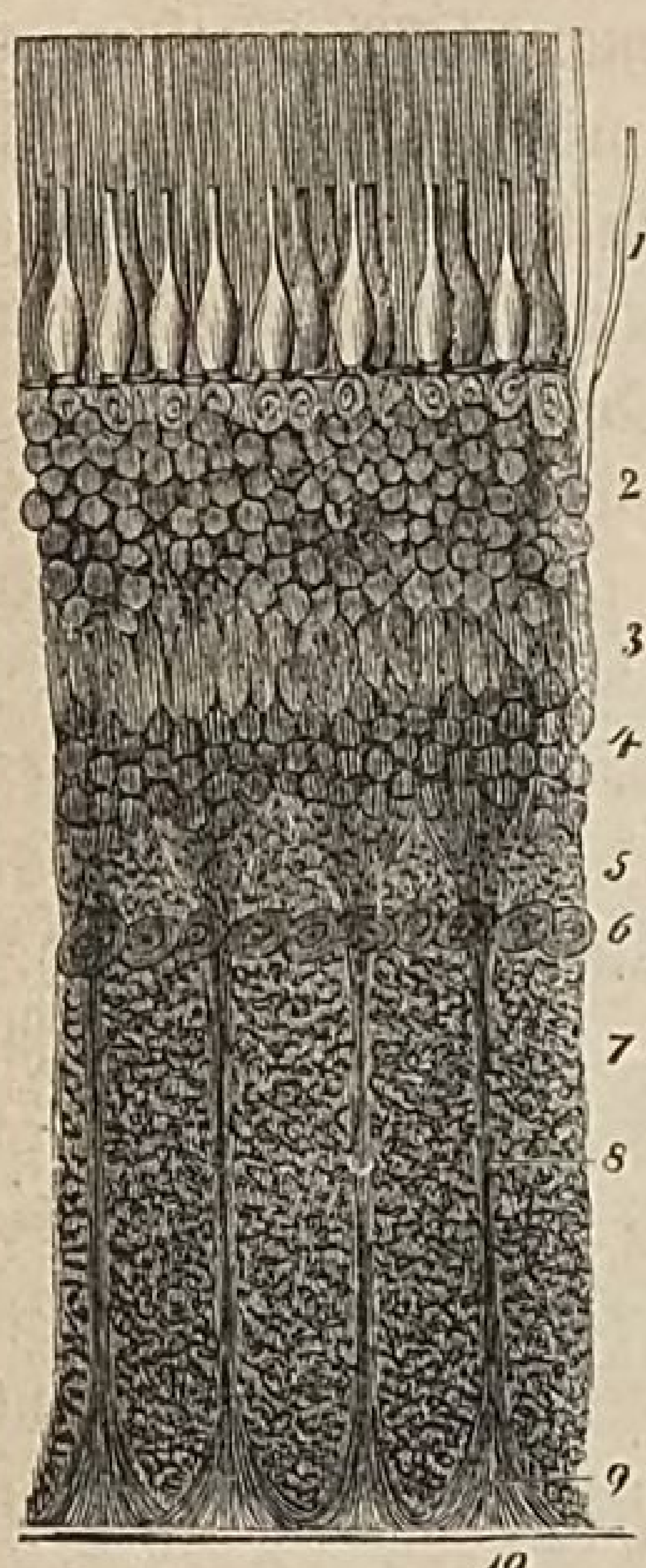


Fig. 105. Senkrechter Durchschnitt durch die Sehnervenhaut des Auges in der Nähe der Eintrittstelle des Sehnerven, 350mal vergrößert.

1 Stäbchenschicht, aus Stäbchen und Zapfen zusammengesetzt, welche wie Pallisaden neben einander stehen. — 2 Die äußere Schicht der Körner. — 3 Zwischenkörnerlage, und 4 innere Schicht der Körner. — 5 Feine körnige, graue Schicht. — 6 Nervenzellen, in einfacher Schicht liegend. — 7 Faserbündel des Sehnerven im Querschnitte. — 8 Feine Fasern, welche zwischen den einzelnen Nervenbündeln der Sehnervenhaut dünne Blätter bilden und bei 9 auf 10 der Grenzhaut endigen.

Am meisten nach außen, also der „Aderhaut" zunächst, befindet sich (Fig. 105, 1) die Stäbchenschicht, zusammengesetzt aus äußerst feinen Stäbchen, welche unter dem Mikroskop wie zarte Glasfäden aussehen, und zwischen ihnen in gleichmäßigen Abständen befindlichen Zapfen, welche wie die aufgesetzten Kegel einer Kegelbahn zwischen den Stäbchen stehen, in der Mitte der Netzhaut am dichtesten neben einander sich befinden und sich gegen das Augeninnere hin (also in der Richtung gegen den Glaskörper hin) in ähnliche nur noch längere und schlankere Zapfen fortsetzen. — Diese letzteren durchbrechen zwei Schichten, welche aus kleinen runden Körnern zusammengesetzt sind, und welche man daher die Körnerschichten genannt hat. Zunächst den Stäbchen liegt (Fig. 105, 2) die äußere Körnerschicht, dann folgt eine gröbere Zwischenkörnerlage (3) und hierauf (4) die innere Schicht der Körner. Den Körnerschichten zur Grundlage dienen außerordentlich feine, durchsichtige Fasern, welche von den Stäbchen und Zapfen ausgehend sich mannigfach verästeln und zwischen die Körner eingebettet erscheinen. — Dann folgt (Fig. 105, 5) eine Schicht, welche wie aus einzelnen feinen Punkten zusammengesetzt sich dem Auge darstellt, die man daher die feinkörnige Schicht genannt hat und deren einzelne Bestandtheile so klein und fein sind, daß es nicht möglich gewesen ist, sie mit unseren Vergrößerungsgläsern bis jetzt deutlich ihrer Form nach zu erkennen. — Hierauf treten uns alte Bekannte (Fig. 105, 6), Nervenzellen (Ganglienkugeln) entgegen, welche, in einfacher Schicht neben einander liegend, gegen die früher erwähnten

unendlich feinen Theilchen grob und handlich erscheinen. Wir sehen große Nervenzellen unter ihnen, die theils mit den feinen Fasern der Körnerschichten zusammenhängen, theils mit den Nervenfasern, welche die Nervenfaserschicht bilden (Fig. 105, 7), und welche man als Ausbreitungen der im Sehnerven befindlichen einzelnen Nervenröhren bestimmt mit dem Mikroskop verfolgen kann. Zwischen dem Geflechte dieser vom Sehnerven stammenden Nervenröhren finden sich aber auch jene viel feineren, durchsichtigen Fasern, deren wir bereits als Fortsetzung der Stäbchen und Zapfen gedachten, und welche in eine dünne, glashelle Haut endigen, die im Verein mit der Grenzhaut (Fig. 105, 9 und 10) die Netzhaut gegen den Glaskörper abgrenzen.

Das von außen zu uns eindringende Licht scheinen allein die Zapfen und Stäbchen der Empfindung durch den Sehnerven überliefern zu können; auf ihnen beruht also die „objektive" Sinnesempfindung des Auges. Die Fasern des Sehnerven können zu „subjektiver" Lichtempfindung durch mechanische Reize (also durch Druck und Zug), durch ihnen chemisch fremde Stoffe und durch Elektricität erregt werden, aber nicht durch Lichtempfindung.

Am deutlichsten sehen wir an derjenigen Stelle der Nervenhaut, welche dem Mittelpunkte der Hornhaut gerade gegenüber liegt. Hier nur vereinigen sich die in der Hauptaxe des Auges einfallenden und die von Hornhaut und Linse gebrochenen Lichtstrahlen im gesunden Auge zu einem Bilde von vollkommener Schärfe, während die auf anderen Stellen der Nervenhaut entstehenden Bilder uns mit unbestimmbaren Umrissen erscheinen.

Diese der Pupille gegenüber liegende Stelle an der hintern Innenwand des Auges heißt seiner Färbung wegen „der gelbe Fleck" und hat die Gestalt einer Grube. Unter dem Mikroskope sehen wir an einem Durchschnitte, daß daselbst die Stäbchen und die dichter neben einander stehenden Zapfen fehlen und durch viel feinere, längere Gebilde ersetzt sind (Fig. 106, 2). Die anderen Schichten endigen in gekrümmter Linie gegen den Fleck hin, wodurch sie eine Vertiefung bilden. Es scheint der gelbe Fleck durch größere Empfindlichkeit für Lichteindrücke zum schärferen Sehen geeignet zu sein, so daß er die mit bestimmten Umrissen ihm überlieferten Bilder auch in voller Bestimmtheit und Klarheit zu erfassen und zum Bewußtsein zu bringen vermag.

Dicht neben dieser für das Sehen so wichtigen Netzhautgrube befindet

sich eine andere Stelle, welche im Gegentheile zum Sehen unbrauchbar und völlig unempfindlich für Licht ist. Dies ist die Stelle, an welcher der Sehnerv in das Auge eintritt; sie wird „der blinde Fleck" genannt und liegt nach innen vom gelben Fleck.

Jeder Gesunde kann sich vom Vorhandensein des blinden Fleckes, d. h. also vom Mangel der Lichtempfindung an einer bestimmten Stelle des Auges und — was gleichbedeutend ist — vom Mangel des Sehens an dieser Stelle seiner eigenen Augen durch folgenden

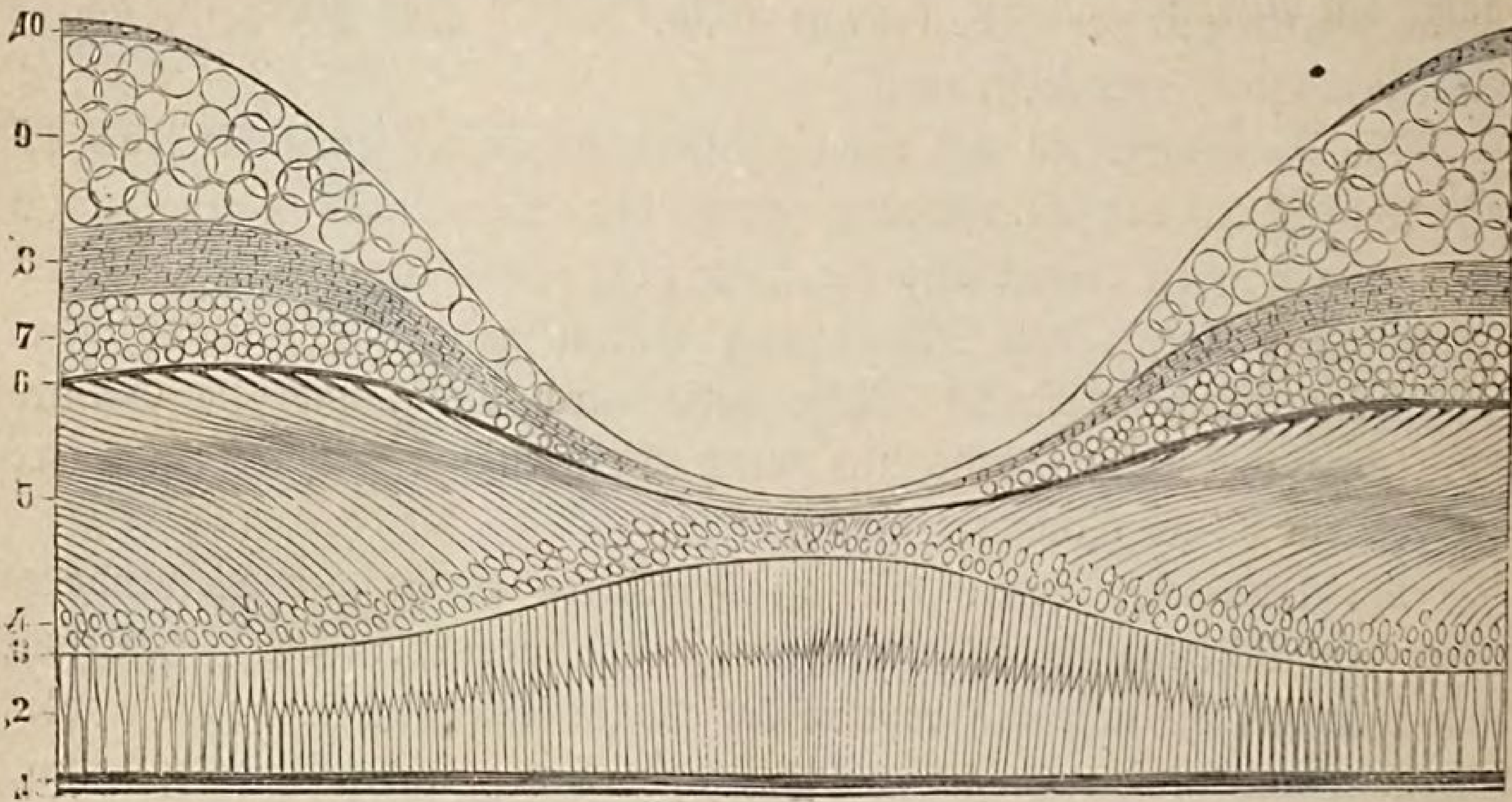


Fig. 106. Durchschnitt der Sehnervenhaut des Auges an der Stelle des „gelben Fleckes" oder der Mittelgrube (Fossa centralis). (Nach Schultze. Vergrößerung 110.)

1 Schicht dunklen Pigmentes, zwischen „Aderhaut" und „Nervenhaut". — 2 Schicht der Stäbchen und Zapfen. — 3 Aeußere Grenzhaut (Membrana limitans externa). — 4 Aeußere Körnerschicht. — 5 Feine Fasern. — 6 Zwischenschicht. — 7 Innere Körnerschicht. — 8 Feinkörnige Schicht. — 9 Schicht der Ganglienkugeln. — 10 Schicht der Nervenfasern des Sehnerven.

leicht anzustellenden Versuch überzeugen. Nimmt man aus einem Spiele Karten ein „Treff-Zwei" (oder in Ermangelung desselben ein Stück weißes Papier, auf welches man zwei Figuren von ähnlicher Größe und Entfernung malt) und hält sie bei geschlossenem „linken" Auge so quer vor das „rechte" Auge, daß von den beiden Figuren die links befindliche ein wenig höher steht, als die der rechten Seite, — sieht mit dem rechten Auge das links befindliche Treff-Kreuz fest an und bewegt langsam die Karte gegen das Auge hin und wieder zurück, — so ver-

schwindet das rechte Kreuz gänzlich, sobald es ungefähr 8 bis 9 Zoll vom Auge entfernt ist, und statt dessen sieht man nur den weißen Kartenrand.

Das Gleiche zeigt uns Fig. 107. Schließen wir das linke Auge, bringen das Buch in eine Entfernung von etwa 1 Fuß vom rechten Auge und sehen das links befindliche Kreuzchen an, so wird die auf der rechten Seite bis dahin sichtbare schwarze Scheibe gänzlich verschwinden, und wir werden glauben, nur weißes Papier an ihrer Stelle zu sehen; die Linie aber, welche in Form eines Vierecks beide einrahmt, verschwindet nicht: ein Beweis, daß der gelbe Fleck nur gerade groß genug ist, um in

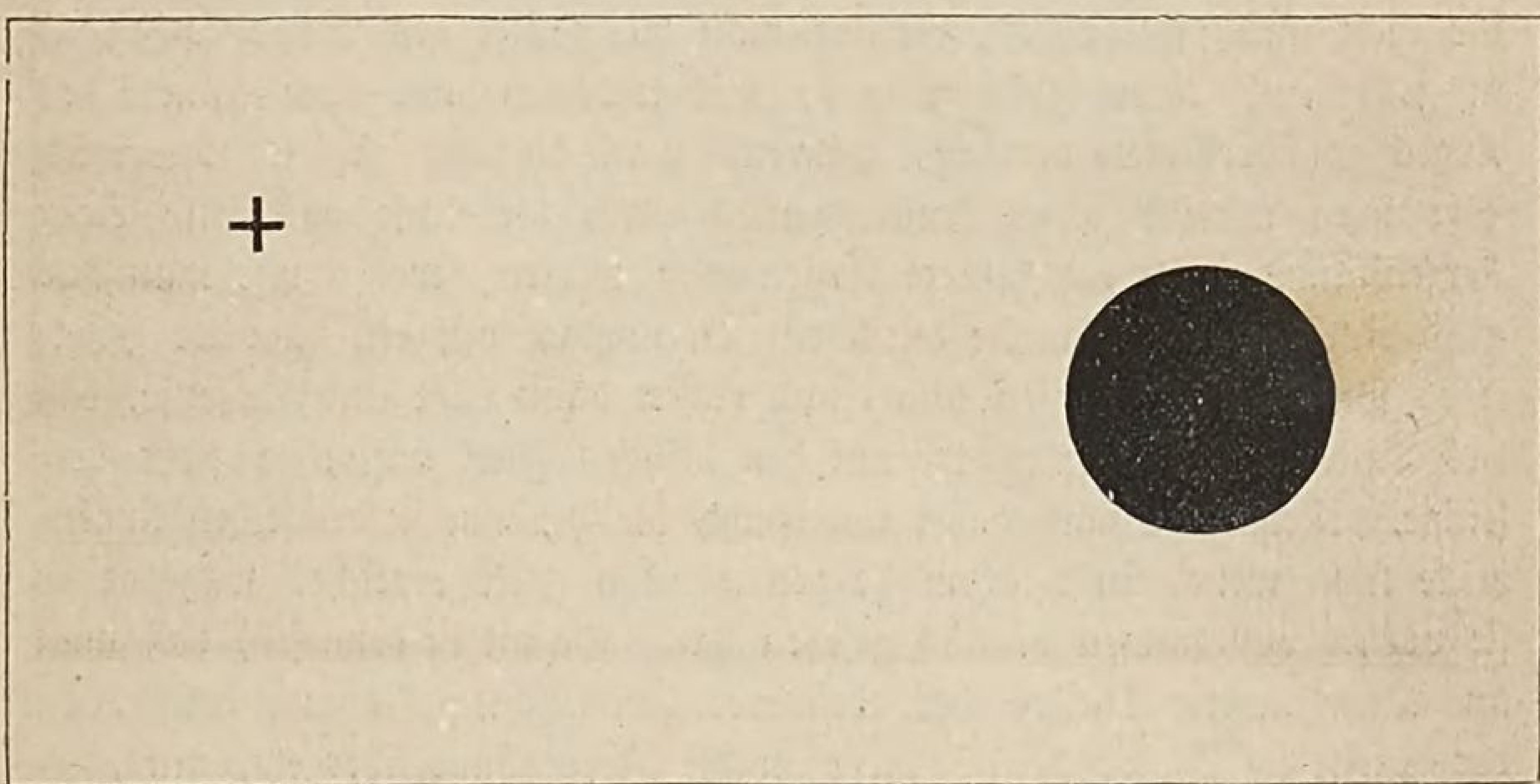


Fig. 107. Hülfsmittel zum Nachweise der blinden Stelle im gesunden Auge.

der angegebenen Entfernung das Bild der Scheibe uns zu verdecken, während in seiner Umgebung die Nervenhaut lichtempfindlich bleibt. — Ergibt sich dieser Erfolg nicht augenblicklich, so braucht man nur das Buch etwas nach der linken Seite zu bewegen, und man wird in wenigen Augenblicken das richtige Verhältniß zwischen Buch und Auge finden, um sich von einer Thatsache zu überzeugen, welche schon bei ihrer Entdeckung solches Aufsehen erregte, daß der König von England 1668 sich öffentlich durch eigenen Versuch von der Richtigkeit der Angaben überzeugen wollte. (d.)

Diese blinde Stelle, welche sich im Auge jedes gesunden Menschen

befindet, ist groß genug, um Gegenstände von nicht geringem Umfange zu verdecken. Die Größe der schwarzen Scheibe in Fig. 107 gibt dafür einen Beleg. Je ferner die Gegenstände sind, um so größer können sie sein, ohne die Grenzen des blinden Fleckes zu überschreiten. So kann man auf die Entfernung von 4 Schritten schon den Kopf eines Menschen aus dem Gesichtsfelde verschwinden lassen, — auf die Entfernung von mehreren hundert Schritten ein Pferd, — weiterhin einen Kirchthurm, — am Horizonte einer ebenen Landschaft ein Dorf, einen Wald, einen Berg, — und am Himmel übertrifft der Raum, welchen der blinde Fleck einnimmt, etwa hundertmal den Raum der Scheibe des Vollmondes.

Einen weiteren Beweis dafür, daß die Eintrittsstelle des Sehnerven für Licht unempfindlich ist, vermag man mit Hülfe des Augenspiegels zu gewinnen, eines Instrumentes, mit welchem man das Innere des Auges zu überblicken vermag, während man dasselbe zugleich beleuchtet. Läßt man mittelst dieses Instrumentes durch die Linse das Bild einer Kerzenflamme auf die hintere Augenwand werfen (ebenso wie man das Bild einer solchen Flamme durch ein Brennglas auf ein dahinter gehaltenes Papier fallen lassen kann) und richtet dann Licht und Auge so, daß das Bild der Flamme gerade auf den blinden Fleck trifft, so sieht derjenige, dessen Auge man dabei untersucht, die Flamme in demselben Augenblicke nicht mehr, in welchem sie den blinden Fleck erreicht, während er sie vorher vollkommen deutlich gesehen hat. Damit ist bewiesen, daß man an allen andern Theilen der Sehnervenhaut Lichtempfindung besitzt, an der Stelle jedoch, wo der Sehnerv in die Nervenhaut übergeht, nicht, — daß also jener Fleck wirklich ein blinder ist. — Nach Versuchen und Messungen hat der blinde Fleck $1\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser, und ist nach innen von der Mitte des gelben Flecks der Sehgrube um 4 Millimeter entfernt.

Der Augenspiegel gehört zu den glänzendsten Fortschritten, welche Physiologie und Heilkunde im Verlaufe dieses Jahrhunderts gemacht haben. Wie erwähnt, beleuchtet er gleichzeitig den Innenraum des Augapfels, während er gestattet, die einzelnen Theile desselben zu durchmustern. Die gleichzeitige künstliche Erleuchtung des inneren Auges ist deshalb nothwendig, weil für gewöhnlich durch die Iris überflüssiges Licht abgehalten wird, während Hornhaut und Linse dafür sorgen, daß nur in bestimmter Richtung Lichtstrahlen einfallen, endlich aber der dunkle Beleg auf der innern Fläche der Aderhaut das Zurückwerfen der Licht-

strahlen größtentheils verhindert. Der Mangel an Beleuchtung des inneren Auges ist es ja, welcher bewirkt, daß die Oeffnung der Pupille uns als eine kleine schwarze Scheibe für gewöhnlich erscheint: es dringt kein Lichtstrahl aus dem Auge nach außen, deshalb ist für den Beschauer das hinter der Pupille befindliche innere Auge dunkel. — Wir bedürfen des Lichtes zum Sehen; Gegenstände, welche nicht beleuchtet sind und welche daher auch keine Lichtstrahlen zurückwerfen können, sind für uns nicht sichtbar, sondern durch schwarze Farbe, d. h. durch Lichtmangel, für unsere Wahrnehmung verdeckt. — Die Vorgänge des Augenspiegels und des inneren Auges lassen sich im Allgemeinen mit folgendem Vorkommniß aus dem täglichen Leben vergleichen. Wenn wir in der Dämmerung an ein nach Norden gelegenes Fenster eines Parterrezimmers treten, so können wir durch das Glas des Fensters nicht in das Innere des Zimmers hineinsehen, sondern das Fenster ist dunkel wie die Pupillenöffnung, obgleich im Innern der Stube keineswegs nächtliches Dunkel waltet; sobald wir aber mittelst einer Blendlaterne von der Stelle aus, wo wir stehen, in das Zimmer hineinleuchten, können wir auch die Räume desselben überschauen, weil dann das von der Laterne ausgehende Licht wiederum zurück und nach unserem Auge geworfen wird.

Aehnliches findet sich, wenn die Augen der Hunde und Katzen „leuchten"; dann wird das Auge dieser Thiere durch Lichtstrahlen erhellt, die in gleicher Richtung hineinfallen, in welcher wir nach dem Auge hinsehen, und welche in derselben Richtung zurückstrahlend auch das Licht unserem Auge wieder entgegen bringen. Unter gleichen Verhältnissen leuchten auch die Augen der Menschen, wovon man sich an jedem Winterabende durch einen hübschen kleinen Versuch überzeugen kann. Läßt man Jemand an einem Tische sitzend in die Flamme eines Lichtes blicken. und setzt sich selber dieser Person so gegenüber, daß das Licht gerade zwischen Beiden steht, — verdeckt dann die Lichtflamme soweit mit einem Buche, daß man nicht mehr selber die Flamme sieht, wohl aber noch am Rande des Buches und der Flamme hin den Blick auf die Augen der gegenüber sitzenden Person richten kann, — so leuchten diese Augen mit bläulichem Lichte.

Diese seit Anfang dieses Jahrhunderts bekannte Thatsache leitete 1850 einen ausgezeichneten Forscher (e.) auf die Erfindung des Augenspiegels. Denn wenn ein Gegenstand leuchtet, d. h. empfangenes Licht zurückwirft, mithin selber nicht mehr dunkel ist, — so muß er auch gesehen

und in seinen einzelnen Theilen beobachtet werden können. Da man aber wußte, daß die Augen nur dann leuchten (d. h. für Wahrnehmung ihres Innern erhellt sind), wenn wir in derselben Richtung in das Auge hinein sehen, in welcher das Licht in das Auge hinein scheint, so war damit das wichtigste Grundgesetz für die Beobachtung des Auges gegeben, und es handelte sich nur darum: einestheils möglichst viel Licht auf einmal in das Innere des Auges zu werfen, anderntheils genau in der Richtung dieser Lichtstrahlen in das Auge hinein blicken zu können und zugleich mit Hülfe von Vergrößerungsgläsern die sehr kleinen anatomischen Verhältnisse des innern Auges zu untersuchen, sowie dem Einflusse der Lichtbrechung durch Linse und Hornhaut zu begegnen. Diese Aufgabe zu lösen, bemühte man sich, nachdem einmal der Weg angegeben war, von vielen Seiten, und gegenwärtig besitzt man etwa 40 verschiedene „Augenspiegel", deren jeder seine Vortheile bietet. Einer der zweckmäßigsten (f.) besteht aus einem kleinen viereckigen Spiegel, der in der Mitte mit einem Loch durchbohrt ist, an einem Handgriff gehalten werden kann und außerdem mit einer verstellbaren geschliffenen Glaslinse in Verbindung steht. Mit dem etwas schräg gestellten Spiegel fängt man von der Seite das Licht der Sonne oder einer gut leuchtenden Lampe auf, wirft es durch die gläserne Linse in das Innere des Auges und sieht nun durch das Loch in der Mitte des Spiegels und durch die gläserne Linse, welche dann zugleich als lichtbrechendes Mittel zur Verdeutlichung der Gegenstände mithilft, in das Innere des Auges.

Man erblickt dann die hintere Augenfläche (ähnlich wie in Fig. 104): die gefaltete Nervenhaut, den Eintritt des Sehnerven, die geschlängelten Gefäße ꝛc., man sieht die Arterien pulsiren. Der Anblick ist von prachtvoller Schönheit; der innere Augengrund erscheint tiefrosenroth bis blutroth gefärbt von dem durch die dünnen Wandungen der Blutgefäße durchschimmernden Blut, — ähnlich wie unsere, quer vor eine Lichtflamme gehaltenen, Finger von rosenrother Farbe erscheinen. Man kann aber auch mit einer früher nicht geahnten Genauigkeit Kenntniß vom Augeninnern im gesunden und kranken Zustande gewinnen. Mit Sicherheit kann man sich vom Vorhandensein etwa in das Auge eingedrungener fremder Körper (z. B. Eisensplitter) überzeugen; man erhält Kenntniß von etwaigen Blutungen im Innern; Eingeweidewürmer im Auge können nur so erkannt werden; Entzündungen oder Blutüberfüllungen der hintern Augenwand, Leiden des Sehnerven und seiner

Nervenhaut, Veränderungen der Linse und des Glaskörpers entziehen sich nicht mehr der Beobachtung, sondern diese im vorigen Jahrhundert noch geheimnißvollen Vorgänge lassen sich jetzt im Innern des Auges weit besser als die Krankheitserscheinungen vieler anderer Organe verfolgen und erkennen, lassen sich demgemäß auch sicherer heilen. Der Augenspiegel dient aber auch zur Erforschung der Lebensverrichtungen des gesunden Auges. Nicht nur der Beweis, daß der blinde Fleck des Auges unempfindlich für Licht ist, läßt sich durch ihn führen, sondern auch der Beweis für die eigenthümlichsten Vorgänge bei der Einstellung der Augen für die Nähe oder Ferne, d. h. bei der sogenannten „Accommodation."

„Sehen" heißt nichts Anderes als: Licht empfinden. — Jede Wahrnehmung eines bestimmt geformten Gegenstandes ist zusammengesetzt aus der Empfindung des Lichtes, den dieser Gegenstand in unser Auge wirft, und aus der Empfindung des Raumes, welchen die von dem gesehenen Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen in unserem Auge berühren. — Wir haben also beim Sehen genau denselben Vorgang wie beim Tasten; zuerst die „Empfindung", dann mit Hülfe des Ortsgedächtnisses den Schluß auf die „Größe der Fläche", innerhalb welcher diese Empfindung erregt wird, und indem Beides von uns im Geist verbunden wird, einen Schluß auf die Größe des Gegenstandes. — Die Aehnlichkeit zwischen Tasten und Sehen ist aber noch auffallender, wenn wir den Vorgang des Sehens in das Einzelne verfolgen.

Wenn jede Gesichtswahrnehmung in nichts Anderem besteht, als in der Empfindung desjenigen Lichtes, welches irgend ein Gegenstand in unser Auge strahlt, so „sehen" wir niemals irgend etwas unmittelbar, — sondern wir „empfinden" das Vorhandensein irgend eines von unserem Auge wahrgenommenen Dinges nur mit Hülfe der Lichtstrahlen, welche das gesehene „Objekt" in unser Auge sendet. Diese Lichtstrahlen kann der uns sichtbare Gegenstand selber hervorbringen, und ist dann selbstleuchtend (wie z. B. Sonne, Fixsterne, brennende Lampen, Lichter, Fackeln 2c.), — oder er empfängt das Licht, welches wir an ihm wahrnehmen, von andern selbstleuchtenden Körpern, welche ihn bestrahlen, und unsere Augen empfinden nur das von seiner Oberfläche zurückgespiegelte, zurückgeworfene Licht; dann nennt man den Gegenstand beleuchtet (wie den Mond, die Planeten und die bei weitem größte Mehrzahl aller Gegen-

stände, die wir auf Erden erblicken). — In beiden Fällen gehen gradlinige Strahlen in unser Auge. Wollen wir diese Strahlen zeichnen, so müssen wir sie mit geraden Strichen darstellen; wollten wir sie körperlich darstellen, so müßten wir lange, dünne Drähte, lange gerade Stäbe nehmen. Wer erkennt nicht alsdann die ungemeine Aehnlichkeit zwischen der Tastempfindung und der Lichtempfindung? Wollen wir mit dem tastenden Auge, welches in unseren Fingerspitzen sich befindet, entfernte Gegenstände berühren und ihre Oberfläche untersuchen, zu denen wir mit den Fingern nicht gelangen können, so nehmen wir einen geraden langen Stab, einen Bleistift, eine Sonde und dergleichen und berühren jenen Gegenstand; es ist dann fast dasselbe für uns, als ob wir ihn mit einem unbegrenzten Theil des Fingers berührten. — Der Stab leitet die kleinen Erschütterungen der Tastempfindung in unsere Fingerspitzen, wir fühlen dieselben und gewinnen durch eine Schlußfolgerung eine Ansicht über die Art der Oberfläche des Gegenstandes.

Wenn wir entfernte Gegenstände sehen, so gleichen die geraden Lichtstrahlen dem geraden Stabe, der Sonde oder ähnlichem Instrumente, mit dessen Hülfe wir tasten. Statt der groben Erschütterungen beim Tasten erhalten unsere Nerven die unendlich viel feineren Erschütterungen, welche die Bewegungen der Lichtstrahlen auf sie übertragen; mit Hülfe der Stäbchen- und Zapfen-Schicht werden diese Einwirkungen des Lichtes aufgenommen und in zweckmäßiger Weise umgewandelt von den durch die Körnerschichten hindurchgehenden und mittelst der Körner von einander vereinzelten feinen Fasern den Ganglien und den Sehnerven übertragen, so daß wir das Licht „empfinden"*).

---

*) Es könnte bei dieser Auffassung der Vorgänge des Sehens, nach welcher die dicht an der Aderhaut gelegenen Stäbchen die Lichtempfindung aufnehmen und für die Nerven vermitteln, auffallen, daß, wie die früheren anatomischen Darstellungen der Retina gelehrt haben, sowol die verschiedenen Körnerschichten, als Ganglienkugeln und Nervenfasern, weiter nach innen, also oberhalb der Stäbchenschicht liegen, so daß also die Lichtstrahlen erst durch die Nerven und durch alle die erwähnten Schichten hindurchgehen müssen, bis sie zu den die Aufnahmestelle bildenden Stäbchen und Zapfen gelangen; allein die Vorstellung des Vorganges wird Jedem geläufig werden, der sich erinnert, daß Nervenfasern, Ganglienkugeln und andere Nervengebilde während der Lebenszeit glashell, d. h. vollständig durchsichtig, wie reine Luft, reines Wasser, blasenfreies Glas, sind, und so gut wie durch diese das Licht hindurchdringt, ebenso gut kann es auch durch den lebenden und empfindenden Nerven hindurchdringen.

Die Lichtempfindung würde verworren sein, — wir würden die Formen der uns umgebenden Welt nicht wahrzunehmen vermögen, sondern nur hell und dunkel, — wenn nicht diese „Formen" sich in unserem Auge gewissermaßen widerspiegelten, oder richtiger gesagt, wiederum hervorgerufen würden. Dies geschieht mit Hülfe der im Leben ebenfalls vollkommen durchsichtigen und lichtbrechenden Krystallinse.

Die lichtbrechende Wirkung der Linse in unserem Auge kommt überein in allem Wesentlichen mit der lichtbrechenden Wirkung, welche die aus Glas geschliffenen Linsen ähnlicher Form in Mikroskopen, Fernröhren, Operngläsern 2c. ausüben und welche uns jedes Brennglas zeigt. Nehmen wir ein Brennglas zur Hand, stellen uns mit demselben einem Tische gegenüber, auf welchem ein brennendes Licht, eine brennende Lampe steht, und halten hinter das Brennglas in einiger Entfernung ein Blatt weißes Papier, so wird es uns bald gelingen, indem wir alle drei Gegenstände in eine gerade Richtung zu einander bringen, einen Theil der von dem Licht oder der Lampe ausgehenden Lichtstrahlen (und zwar diejenigen, welche das Brennglas treffen) hinter dem Glase auf dem weißen Papier aufzufangen und — indem wir das Papier langsam vorwärts und rückwärts bewegen, bis es sich gerade im „Brennpunkt" der Linse befindet — in einem kleinen scharfen Bilde des leuchtenden Gegenstandes zu verkörpern. Je genauer wir den Brennpunkt getroffen haben, je schöner und schärfer gezeichnet wird das Bild sein. Das Bild steht aber verkehrt. Auch in unserem Auge entstehen solche verkehrte Bilder; wir sehen also (was den mechanischen Vorgang anbelangt) eigentlich Alles verkehrt, d. h. alle Bilder, welche in das Auge geworfen werden, erhalten durch die zwischen dem Bilde und der empfindenden Nervenfläche mitten inne stehende Linse eine solche Umbrechung der Lichtstrahlen, daß auf unserer Nervenfläche dasjenige nach oben gerichtet ist, was in der Natur nach unten gerichtet ist, dasjenige rechts sich befindet, was in der Wirklichkeit links seinen Platz hat, — und umgekehrt.

Den Beweis hiefür kann jedes weiße Kaninchen liefern. Die weißen Kaninchen sind „Kakerlaken": sie entbehren des Pigments am ganzen Körper, folglich auch im Auge. Deshalb sieht ihre Pupille nicht schwarz aus, wie bei anderen Thieren und bei Menschen, welche nicht Kakerlaken sind, — sondern roth, von der Farbe des Blutes, welche ungehindert durch die zarten Wände der Blutgefäße und die durchsichtigen Innentheile des Auges hindurchschimmern kann. Deshalb kann man aber auch durch

die dünne Augenwand eines weißen Kaninchens hindurchsehen. Tödtet man das Thier, schneidet ihm schnell den Kopf ab, öffnet denselben, entfernt das Gehirn, bricht mit einer kleinen Zange die hintere Augenwand auf, schneidet mit einer kurzen starken Scheere so viel von dem dünnen Knochen weg, daß man in's Innere der Augenhöhle kommt, und entfernt hierauf behutsam mit Zange und Scheere das Fett, welches in der Augenhöhle liegt, sowie die Muskeln, welche dem Licht den Weg versperren könnten, so hat man in dem Auge des eben getödteten Thieres eine kleine camera clara, wenn man es so nennen will. Sobald man das Auge auf einen leuchtenden Gegenstand, ein Licht, eine Lampe, das Fenster eines Zimmers rc., richtet, sieht man das Bild dieses Gegenstandes hinten auf der Augenwand erscheinen, weil man durch diese dünne, durchscheinende Wand hindurch sehen kann, und überzeugt sich, daß dieses Bild verkehrt ist. —

Diese Beobachtung ist es vielleicht, welche zu dem albernen Märchen Veranlassung gegeben hat, der Mensch halte im Sterben das Bild des zuletzt gesehenen Gegenstandes auf seiner Netzhaut fest, wie eine Photographie, — so daß man nach dem Tode eines Gemordeten in dessen Auge das Bild des Mörders als natürlichen Steckbrief findet. — Dies ist eine völlig aus der Luft gegriffene Erfindung eines müßigen Kopfes! — Wohl aber vermag man das Bild eines gesehenen Gegenstandes auch nach dem Tode auf die Netzhaut zu bannen und einige Zeit lang festzuhalten: mit Hülfe des „Sehpurpurs".

Wenn man einem (mit Curare vergifteten) Frosche ein Auge gegen die Flamme eines 40 Centimeter entfernten Argandischen Gasbrenners richtet, dann das Auge ausschneidet, öffnet, und die Netzhaut schnell auf einem Deckgläschen ausbreitet, — so sieht man unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung: das Bild der Flamme als einen farblosen, charakteristisch scharfbegrenzten Fleck in der Fläche der übrigen rothen Netzhaut. (g.)

Die Netzhaut des Auges der Menschen und Wirbelthiere zeigt eine rothe Farbe besonders dann, wenn vorher auf das Auge kein Licht eingewirkt hat. Schneidet man z. B. einem eben getödteten Stier, der vor dem Tode einige Stunden im Dunkel gestanden hat, ein Auge aus und führt hinter der Linse eine geknöpfte Sonde in das Auge ein, — so kann man bei geeigneter Vorrichtung mit dem Augenspiegel beobachten, wie „in dem Augenblicke, wo man die Sonde sanft auf die Netzhaut drückt, eine

rothe Zone um die Sonde" entsteht; wendet man ein Stück der Netzhaut um, so sieht man den Purpur noch deutlicher. (h.) Derselbe Forscher führte das gleiche Experiment mit gleichgünstigem Erfolge an lebenden, vorher chloroformirten, Kaninchen aus, — und hat zuerst die Lehre vom Sehpurpur für die Krankenbehandlung verwerthet.

Mit dem Worte „Sehpurpur" bezeichnet man die Erscheinung, daß die Sehnervenhaut eines im Dunkeln gehaltenen Thieres auf ihrer äußeren Seite eine so starke Röthung zeigt, daß man glaubt, ein Blutgerinnsel vor sich zu haben. Während der ersten 10 bis 20 Sekunden (1. Zeitraum) erlischt diese Färbung und an ihre Stelle tritt (2. Zeitraum) während der nächsten 30 bis 60 Sekunden ein atlasartiger Glanz. Auch dieser schwindet allmälig und (3. Zeitraum) die Netzhaut wird glashell durchsichtig, bis sie nach 15 bis 25 Minuten (4. Zeitraum), wie alle absterbenden Nerven, trübe und undurchsichtig geworden ist. (i.) — Die mikroskopische Untersuchung beweist, daß es sich hier nicht um eine wirkliche Farbe handelt, sondern um eine Lichtbrechung in den Außengliedern der Stäbchen-Schicht. Ob die ganze Erscheinung für den Vorgang des Sehens irgend welchen Einfluß hat, ist zur Zeit (Mai 1878) noch unbekannt.

Am lebenden Menschen sieht man auf der von dem durchschimmernden Blute der Aderhaut und nicht vom Sehpurpur roth erscheinenden Rückwand eines mit dem Augenspiegel beobachteten Auges, wie bereits erwähnt, das Bild einer Lichtflamme „verkehrt", während die Flamme dem Beobachteten aufrecht erscheint. —

„Aber wir sehen im Leben nichts verkehrt," — wird man uns einwerfen. Dieser Einwand liegt nahe; allein trotz des scheinbaren Widerspruchs bleibt die Thatsache unangefochten. Daß auf dem Hintergrunde unseres Auges das verkleinerte Bild der Gegenstände, welche wir sehen, „verkehrt" erscheine, dies beweisen nicht nur die Gesetze der Strahlenbrechung, die Beobachtung an Thier- und Menschenaugen, sondern dies beweist auch unmittelbar die Beobachtung des sehenden Auges mit Hülfe des Augenspiegels. Wenn wir das verkehrt auf die Netzhaut geworfene, und daher bezüglich des mechanischen Vorganges der Nervenleitung auch verkehrt von uns gesehene Bild nicht auch verkehrt wahrnehmen, so erklärt sich das aus dem Unterschiede zwischen Fühlen und Auffassen, — zwischen Sinnesempfindung und Sinneswahrnehmung! —

Keine Sinnesempfindung geht unmittelbar in unser geistiges Ich über;

sondern es bedarf eines geistigen Vorganges, einer gewissen geistigen Arbeit, um den körperlichen Eindruck zu einer Wahrnehmung d. h. einer Vorstellung zu gestalten. Kein Sinnesreiz genügt für sich allein zur Wahrnehmung; immer muß die Thätigkeit des Hirnes dabei mitwirken. Wir haben oben: am Beispiele eines Menschen, der mit Lesen beschäftigt war, während die Thurmglocke die Stunde angab, und der erst, nachdem der Stundenschlag verklungen, sich des Gehöreindruckes bewußt wurde, — ein Beispiel kennen gelernt, wie sich der mechanische Vorgang im Sinnesorgan trennen läßt von der geistigen Auffassung desselben. Dasselbe kann (wie im Ohre) auch nach der Zeit stattfinden im Auge; dasselbe vollzieht sich nach dem Raume regelmäßig im Auge, weil wir überhaupt das „Bild“ nicht sehen, welches auf unserer Netzhaut entsteht, sondern nur die „Reize“ empfinden, welche von den Lichtstrahlen auf Gruppen der Stäbchen hervorgebracht werden. Für unsere Nerven, für unsere Netzhaut, für unsere Stäbchenschicht gibt es kein „oben“ oder „unten“, — sondern es gibt nur einzelne Stellen des Augengrundes, auf welche die Lichtstrahlen auftreffen. Die Erfahrung lehrt uns, daß ein Lichtreiz, der an einem gewissen Punkte des Augengrundes auftrifft, von oben kommt, — ein anderer, der nach entgegengesetzter Richtung zum Augengrunde gelangt, von unten, — — und wir bringen die Empfindung mit den wirklichen Raum-Verhältnissen in Einklang. Weil aber Tag für Tag, Stunde für Stunde, ja Augenblick für Augenblick sich diese Erfahrung und ebenso die geistige Arbeit wiederholt: das Gesehene nach der Wirklichkeit des Raumes gleichsam zurecht zu legen, so gelangen wir darin zu einer solchen Uebung, daß wir unbewußt die richtige Auffassung ohne weiteres dem verkehrt gesehenen Bilde unterschieben. —

Kehren wir zu dem erwähnten kleinen Experiment zurück, bei welchem wir ein Brennglas das Bild eines leuchtenden Gegenstandes auf ein Blatt weißes Papier werfen ließen. Dieser kleine Versuch lehrt uns noch eine zweite Thatsache, welche im Auge Anwendung findet.

Je mehr wir uns mit dem Brennglase dem Lichte nähern, um so weiter müssen wir das Papier von dem Glase entfernt halten, wenn das auf diesem entstehende Bild möglichst scharfe Ränder zeigen soll. Je mehr wir uns aber vom Lichte entfernen, um so mehr dürfen wir das Papier der Linse nähern. Es beruht dies auf den Gesetzen der Strahlenbrechung; mit der Entfernung ändert sich der Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen auf das Brennglas auffallen, und demgemäß ist auch die

Ablenkung eine verschiedene, welche sie durch das Glas erfahren, — mithin treffen sie sich auch hinter dem Glase in verschiedener Entfernung, dem jeweiligen Abstande des leuchtenden Gegenstandes entsprechend. Wir machen im täglichen Leben von diesem Gesetze immer Gebrauch, wenn wir ein Opernglas verlängern und verkürzen, um deutlich zu sehen. Wir thun hier mit dem heraus oder herein geschobenen vordern kleinen Glase das Nämliche, was bei dem Brennglase mit dem Papiere gethan werden mußte: wir ändern die Entfernung von der Linse, bis wir gerade die Stelle des Brennpunktes treffen, an welcher die Strahlen sich zu einem deutlichen Bilde vereinigen. Ebenso verfahren wir bei Fernröhren, sowohl bei denen zur Wahrnehmung von Gegenständen auf der Erde, als bei den zur Beobachtung der Gestirne bestimmten. Bei Mikroskopen nähern und entfernen wir den gesehenen Gegenstand, bis die richtigen Berechnungsverhältnisse eingetreten sind. Kurz bei allen optischen Instrumenten, welche der Mensch herzustellen vermag, kennen wir kein anderes Mittel, als wechselsweise die Entfernungen zu kürzen oder zu vergrößern, bis wir die zum klaren, deutlichen Bilde richtige Entfernung gefunden haben, in welcher wir dann das Instrument „einstellen".

Nicht so beim Auge. Ruhig und unverändert bleibt die äußere Form des Auges; es verharrt in seiner Kugelgestalt, ohne sich zu verlängern und zu verkürzen, ohne also auch den Augengrund von der Linse zu entfernen oder ihr näher zu bringen. Ebensowenig brauchen wir ängstlich bedacht zu sein, die Gegenstände, welche wir sehen, in eine bestimmte Entfernung vom Auge zu bringen. Wollen wir lesen, so können wir freilich das Buch nicht am andern Ende des Zimmers aufstellen, noch auch dasselbe ganz dicht uns unmittelbar vor das Auge halten, sondern wir wählen dazu in der Regel die Entfernung von 8—12 Zoll oder 19—28 Centimeter. Aber die Entfernung kann innerhalb eines gewissen Raumes wechseln. Manche Personen können innerhalb der Entfernung ihres deutlichen Sehens für das Auge nur um einen Cm. die Entfernung wechseln lassen, andere um 4, 5 und mehr Cm. Beide aber werden innerhalb dieser verschiedenen Entfernungen einen und denselben Gegenstand mit gleicher Deutlichkeit wahrnehmen.

Es muß also im Innern des Auges, ohne daß die äußere Form desselben sich zu ändern braucht (wie dies bei unsern Fernröhren der Fall ist), ein Wechsel stattfinden, durch welchen das Auge zum deutlichen Sehen für eine bestimmte Entfernung „sich einstellt". Dies ist

der Fall. Der Wechsel besteht in einer Formveränderung der Linse.

Wenn wir zwei gleich große Glaslinsen haben, deren eine dünn im Glase ist, also mit flacher Wölbung geschliffen, — deren andere verhält-

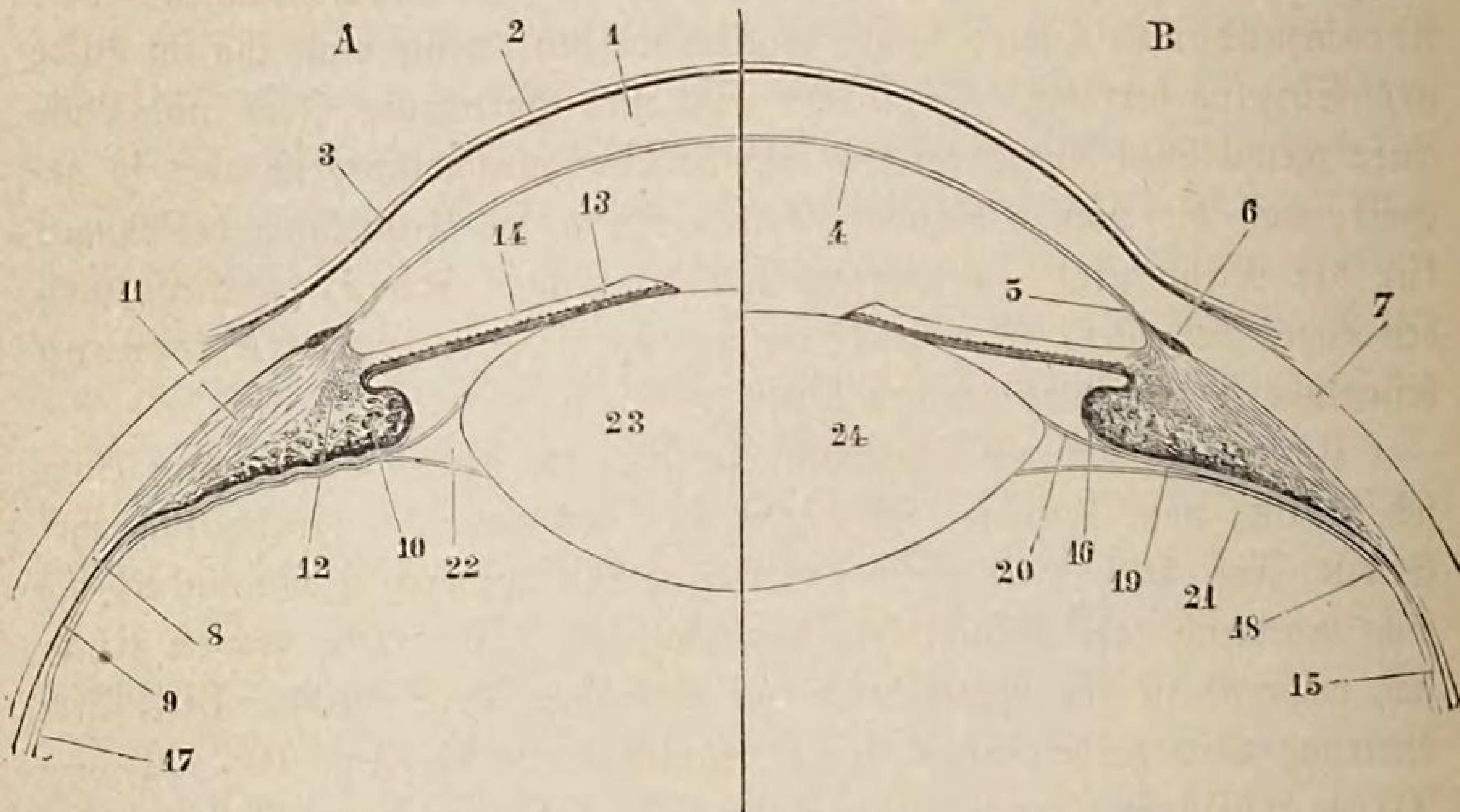


Fig. 108. Mechanismus der Accommodation.

Man sieht den vordern Theil von einem wagrechten Durchschnitte des Auges. Die Zeichnung ist in zwei Hälften getheilt, von denen die linke **A** Einstellung des Auges für Gegenstände in der Nähe zeigt, — die andere **B** Einstellung des Auges für Gegenstände in der Entfernung. — Die bedeutende Vergrößerung gestattet, die feinen anatomischen Verhältnisse viel mehr in's Einzelne zu verfolgen, als dies auf den früheren Durchschnitten möglich war.

1 Die Hornhaut. — 2 Vorderer Ueberzug der Hornhaut aus Epithelialzellen. — 3 Vorderes elastisches Blatt. — 4 Die von Demours (b) entdeckte Haut (Membrana Demoursii). — 5 Kammband (Ligamentum pectinatum). — 6 Canal von Fontana (c). — 7 Sehnenhaut (sclerotica), — 8 Aderhaut. — 9 Sehnervenhaut. — 10 Ciliarfortsätze (processus ciliares). — 11 Ciliar-Muskel. — 12 Die kreisförmigen Fasern dieses Muskels. — 13 Iris. — 14 Traubenhaut (uvea). — 15 Ora serrata. — 16 Die vorderen Ausläufer der Sehnervenhaut, welche sich bis zu den Ciliarfortsätzen verlängern. — 17 Glashaut (Hyaloidea), — und 18 Spaltung der Glashaut in zwei Blätter. — 19 Vorderes Blatt der Glashaut oder Zinn'sches Band (Zonula Zinnii), an die Ciliarfortsätze angeheftet, und 20 der freie Theil zur Linse gehend. — 21 Das hintere Blatt der Glashaut. — 22 Der von Petit entdeckte Canal (canalis Petitini), zwischen den beiden Blättern und der Linse. — 23 Krystallinse während der Accommodation, d. h. der Einstellung für die Nähe. — 24 Die Linse beim Sehen auf entfernte Gegenstände.

nißmäßig stärker im Glase, also mit stärker gekrümmter Oberfläche geschliffen, — so brechen diese beiden Linsen verschieden; die eine vergrößert mehr, als die andere. Die schwächere müssen wir weiter vom Gegenstande entfernt halten, sie vergrößert weniger; die verhältnißmäßig stärkere müssen

wir näher an den Gegenstand bringen, und sie vergrößert stärker. — Dasselbe findet statt im Auge; indem die Linse ihre Form verändert, erhält sie eine mehr oder minder gekrümmte Oberfläche und wirkt dann auch stärker oder schwächer das Licht brechend.

Der Vorgang der „Einstellung", d. h. der Mechanismus der Accommodation, wird sofort deutlich werden, wenn man ihn im Bilde in's Einzelne verfolgt. Fig. 108 zeigt uns Hornhaut, Iris und Linse eines menschlichen Auges im wagerechten Querdurchschnitte, ist aber so getheilt, daß die vom Beschauer linke Seite A die Einstellung des Auges für die Nähe zeigt, — während auf der rechten Seite B die Einstellung des Auges dargestellt ist, mittelst welcher wir in größerer Entfernung befindliche Gegenstände deutlich sehen können.

Um ein Objekt mit deutlichen Umrissen zu sehen, welches dem Auge sich ziemlich nahe befindet (Fig. 108 A), verändert die Krystallinse ihre Gestalt (Fig. 108, 23). Die Krümmung der vorderen Fläche ändert sich nicht bedeutend, die Krümmung der hinteren Fläche aber wechselt erheblich, während sie im Mittelpunkte auf demselben Flecke bleibt. Diese Veränderung wird herbeigeführt durch den Ciliarmuskel (Fig. 108, 11). — Allem Anscheine nach ist der Vorgang folgender: Während des Lebens ist die Krystallinse von vorn nach hinten zusammengepreßt, weil sie vom Zinn'schen Bande (Fig. 108, 19) auseinander gezogen wird. (c*) Sobald dieses Band erschlafft, nimmt die Krystallinse vermöge ihrer eigenen Elasticität eine andere Form an: sie wird dicker und auf ihrer hintern Fläche mehr gekrümmt. Dies geschieht bei der Einstellung des Auges zum Sehen in der Nähe; der Ciliarmuskel zieht sich zusammen, und vorn in der Nähe des Fontana'schen Canales (Fig. 108, 6) fest angeheftet, zieht er bei seiner Zusammenziehung die elastische Aderhaut und in Folge dessen auch ihren vordern Theil, das Zinn'sche Band, ein wenig nach vorn; dieses Band erschlafft (Fig. 108 über den Zahlen 8, 12, 10); dann hört der Zug auf, welcher die Linse rund herum an ihrem Rande nach außen zog, und gestattet ihr so, ihrer Elasticität zu folgen. (k.)

Für gewöhnlich ist die Linse also nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern sie wird beständig durch das Zinn'sche Band straff auseinandergezogen; dies ist auch ihr Zustand beim Fern-Sehen. Beim Nahe-Sehen dagegen bringt der Ciliarmuskel jenes Band zur Faltung und die Linse kann ihre eigentliche Form, mit stärker gekrümmten Ober-

flächen, annehmen. Unser Wille wirkt auf den Nerven, welcher den Ciliarmuskel mit Nervenästen versorgt, und gibt den Anstoß zur Zusammenziehung des Muskels. Allein auch andere Nervenerregungen können einwirken und können die Einstellung des Auges unserer Willkür entziehen, wie dies z. B. bei Zahnschmerz in der oberen Kinnlade der Fall ist.

Es genügt eine Betrachtung der zu diesen Zähnen gehenden Nerven (Fig. 109), um den Zusammenhang zu erkennen. — Die beim Zahn-

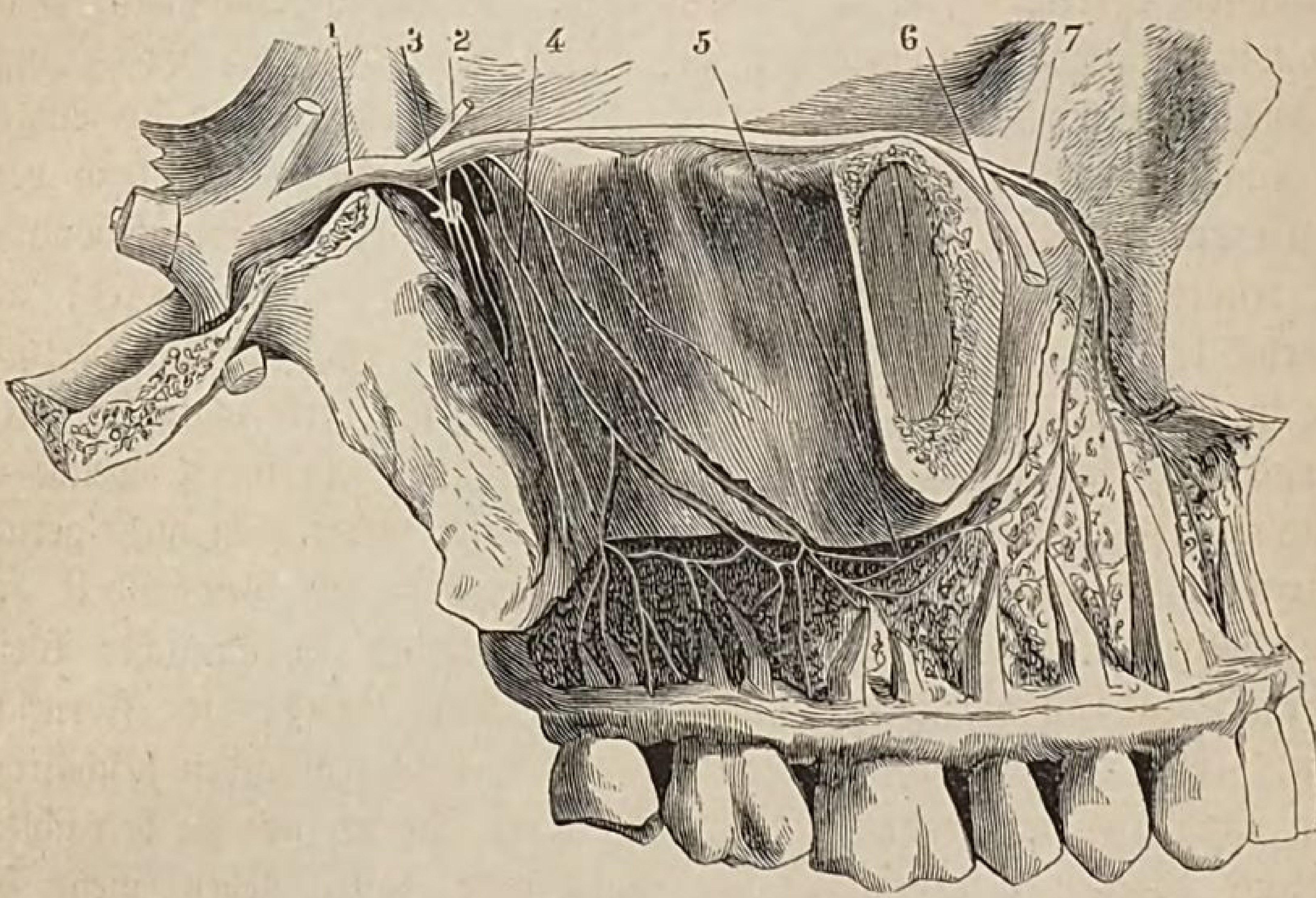


Fig. 109. Der Oberkiefer-Nerv mit den Zahn-Aesten.
1 Oberkiefernerv. — 2 Augenhöhlenast. — 3 Ast zum Meckel'schen Ganglion. — 4 Obere hintere Zahnäste. — 5 Verbindungen mit 7 den vordern Zahnästen. — 6 Abgeschnittener unterer Augenhöhlenast.

schmerz in der obern Kinnlade betheiligten Nerven entspringen aus jener Anschwellung des „Dreiästigen Nerven", den wir bereits in Tafel II. „Die Nerven der Zunge" kennen gelernt haben. Derselbe Nerv gibt aber auch einen Nerv in die Augenhöhle (Fig. 109, 2), welcher sich daselbst verästelt und mit anderen Nerven des Auges in Verbindung tritt. Nach dem früher erörterten Gesetze des Nervenreflexes werden Erregungen der empfindenden Nerven bald auf Gefühls- oder auf Bewegungs-Nerven übertragen. Eine Anwendung dieses Gesetzes erleben wir, wenn bei

Schmerzen in den oberen Zähnen zugleich Schmerzgefühl im Auge und Augenhöhle, sowie Störungen in der Accomodation sich bemerklich machen.

Die Fähigkeit des Auges, sich zum deutlichen Sehen in die Ferne oder in die Nähe einzustellen, nimmt außerdem ab mit dem Alter und durch einseitige Uebung. Soll der kleine zarte Muskel, von welchem dies abhängt, seiner Verrichtung gehörig nachkommen können, so muß er nicht nur in voller Kraft und Frische sich befinden, sondern er bedarf auch, wie jeder andere Muskel unseres Körpers, nach Uebung und Anstrengung der entsprechenden Ruhezeit. Ruhelose Arbeit ohne die nöthigen Ruhepausen verringert durch Uebermüdung die Leistungsfähigkeit. Das sehen wir bei jedem Handarbeiter und wissen es aus eigener Erfahrung; und doch wundern sich der Gelehrte und der Handwerker, wenn ihre Augen nach stundenlanger Anstrengung bei Lampenlicht schließlich den Dienst verweigern und statt des klaren, scharf eingestellten Bildes ein verschwommenes, trübes, wie durch Nebel gesehenes ihnen wahrnehmbar wird: als Ausdruck der ungenügenden Einstellung, welche der ermüdete Muskel nicht mehr in früherer Weise bewirken konnte. — Ebenso wirkt tagtäglich fortdauernde einseitige Körperhaltung und Beschäftigung. Personen, welche in gekrümmter Körperstellung arbeiten, vermögen sich später nicht mehr gerade zu strecken, während wiederum alte Soldaten von der Gewohnheit des Geradehaltens nicht ablassen können. So überwiegt in ähnlicher Weise in den Städten die „Kurzsichtigkeit", auf dem Lande die „Fernsichtigkeit". Von Jugend auf in Stuben mit kleinen Gegenständen beschäftigt, haben Stadtbewohner selten Veranlassung, ferne Gegenstände zu betrachten. Landleute dagegen befinden sich im umgekehrten Falle, leben mehr im Freien und haben überwiegend ihre Augen auf Gegenstände einzustellen, welche in größerer Entfernung befindlich sind. Die tägliche Beschäftigung bringt das mit sich. Mag der Städter lesen, schreiben, nähen, Schuhe flicken oder sonst welche Handarbeit machen, immer sind die Dinge, mit denen er sich beschäftigt, und die er genau ansehen muß, nur wenige Zoll von seinem Auge entfernt, so daß er sie mit dem gekrümmten Arme bequem ergreifen oder halten kann; der Landmann dagegen wendet sein Augenmerk Dingen zu, welche sich am Ende seines Spatens, seiner Schaufel, Heugabel, seines Dreschflegels, unter den Hufen seiner Pferde 2c., kurz mindestens zehnmal entfernter vom Auge, als die Arbeitsgegenstände des Städters befinden; — in Folge dessen wird der Stadtbewohner kurzsichtig, der Landbewohner fernsichtig.

„Kurzsichtig" nennt man diejenige Person, welche kleine Gegenstände, z. B. gedruckte Buchstaben, nur dann deutlich zu erkennen vermag, wenn dieselben noch nicht 12 Zoll vom Auge entfernt sind; der „Weitsichtige" (Fernsichtige, Uebersichtige) dagegen vermag erst bei 12, 15, 20 oder gar erst bei 30 Zoll Entfernung eine Schrift deutlich zu lesen, welche ein gesundes Auge noch bis zu 4 oder 5 Zoll Entfernung gut erkennen kann. — Die größte Nähe, bei welcher das Auge noch zu lesen oder überhaupt die Einzelnheiten eines Gegenstandes zu erkennen vermag, nennt man den „Nähepunkt"; die größte Entfernung, über welche hinaus das Buch nicht vom Auge entfernt werden kann, den „Fernpunkt". Beim Kurzsichtigen liegt der Fernpunkt zu nahe vom Antlitz; bei Weitsichtigen ist der Nähepunkt zu ferne. Für die Kurzsichtigkeit ist außerdem eigenthümlich, daß das Auge nur innerhalb eines sehr kleinen Spielraums sich scharf einzustellen vermag. Bei hohem Grade des Uebels schwankt die Einstellungsfähigkeit nur innerhalb eines Zolles, so daß z. B. ein solcher Kurzsichtiger nicht lesen kann, sobald er das Buch mehr als 3 Zoll, aber auch nicht, sobald er es weniger als 2 Zoll vom Auge entfernt hält.

Sowohl Kurzsichtige als Weitsichtige sehen diejenigen Gegenstände ohne scharfe Begrenzung (wie im Nebel), welche sich entfernter vom Auge befinden, als ihr Fernpunkt, oder näher, als ihr Nähepunkt; es findet genau das Nämliche statt, wie bei dem früher erwähnten Versuche, das Bild eines leuchtenden Gegenstandes mittelst eines Brennglases auf ein durchsichtiges weißes Papierblatt auffallen zu lassen. Ist der Gegenstand zu fern, so erscheint er in undeutlichen, nebelhaften Umrissen, und ebenso wenn er zu nahe ist. Bei jenem Versuche konnte man sich helfen, wenn man das Papier ein wenig näher oder entfernter von der Linse hielt; beim Auge ist dies nicht möglich, aber dafür verändert die Linse ihre Gestalt. Wenn diese Gestaltsänderung zur Einstellung nicht mehr hinreicht, so tritt das Nämliche ein. Beim Kurzsichtigen fällt das Bild zu nahe hinter die Linse, d. h. näher als die Nervenhaut vom Auge entfernt ist, und gibt daher auf dieser undeutliche Umrisse; beim Weitsichtigen ist das Verhältniß umgekehrt: das Bild fällt zu weit hinter die Linse, also hinter die Nervenhaut, das Auge ist gewissermaßen zu kurz, und wir erhalten auf der Nervenhaut einen undeutlichen Gesichtseindruck.

Man kann diese Verhältnisse benutzen, um den Nähepunkt und Fernpunkt der Augen bei lebenden Personen zu messen. — Zu diesem Zwecke nimmt man einen starken Zwirnsfaden, den man ohne

die Gefahr des Zerreißens ziemlich fest anspannen kann und der etwas über 2 Meter Länge hat, befestigt das eine Ende des Fadens an einem Wirbel der obern Fenster, knüpft vom entgegengesetzten Ende des Fadens etwa 8 Centimeter entfernt einen Knoten und faßt nun den Faden zwischen Daumen und Zeigefinger der einen Hand, daß der Knoten unmittelbar vor dem Nagel des Zeigefingers sich befindet; hierauf hält man sich die Spitze dieses Zeigefingers vor das eine Auge, schließt das andere und sieht auf dem straff gespannten Faden entlang gegen das Fenster hin, während der Faden gehörig beleuchtet ist. Man nimmt Folgendes wahr: Dicht am Auge erscheint der Faden breit und wie in Nebel gehüllt, — dann spitzt er sich allmälig zu, und wo er am schmalsten erscheint, erkennt man die Drehung des Gespinnstes, erkennt einzelne hervorstehende Fasern; diese sind an einer Stelle am deutlichsten; weiterhin werden die Fasern undeutlicher, der Faden wird wieder breiter, bis er zuletzt am Fenster wiederum in Nebel gehüllt erscheint. Die Stelle, auf welcher der Faden deutlich erscheint, gibt die Sehnähe und die Sehferne. Bei Kurzsichtigen ist die Stelle nahe am Gesichte, bei Fernsichtigen dagegen nahe am Fenster, bei sehr gesunden Augen hat sie eine große Ausdehnung. Man verfolgt mit einer Nadel oder einem andern kleinen Instrumente den Faden bis zu jener Stelle, macht zwischen Nähe- und Fern-Punkt mit Tinte ein Zeichen auf dem Faden und hat nun „die Sehweite" des Auges gemessen. Mit einem andern Faden verfährt man ebenso am andern Auge.

Man kann die Sehweite noch nach einem zweiten Verfahren messen: Durch ein Kartenblatt sticht man zwei Oeffnungen, welche so nahe neben einander liegen, wie die Grundstriche eines gedruckten n beim vorliegenden Druck; sieht man hierauf durch beide Oeffnungen zugleich gegen das Helle, indem man das Kartenblatt dicht vor das Auge hält, und führt vor und zwischen beide Löcher einen kleinen Gegenstand, etwa eine feine Nadel, — so sieht man nahe am Auge die Nadel doppelt; bewegt man sie in horizontaler Richtung weiter fort, so erscheint sie zuerst einfach und später wiederum doppelt. Wo man sie einfach sieht, ist die Sehweite oder der Nähepunkt.

Auf Grund der gemessenen Sehweite können sich Kurzsichtige oder Fernsichtige ihre Brillen auswählen. Da der Accommodationsfehler des Auges bei Fernsichtigen, wie wir gesehen haben, darin besteht, daß die Linse nicht genug bricht und daher die hintere Augenwand für Entstehung eines klaren Bildes zu entfernt sich befindet, so hilft man dem Uebel

dadurch ab, daß man eine schwache Sammellinse vor das Auge hält; diese bricht ebenfalls das Licht, und ihre Wirkung addirt sich gewissermaßen mit derjenigen der im Auge befindlichen Linse. Beim Kurzsichtigen, wo die Linse zu stark bricht, die Entfernung zwischen hinterer Augenwand und Linse zu groß ist, hilft man sich umgekehrt: man hält vor das Auge eine Zerstreuungslinse, und mittelst dieser fallen die Lichtstrahlen so in das Auge, daß nun das übermäßige Brechungsvermögen der Linse gerade nur hinreicht ein klares Bild hervorzurufen. Will man für eine gewünschte Sehweite das richtigbrechende Glas erhalten: so braucht man nur mit dem Unterschiede der beobachteten und der gewünschten Sehweite in das Produkt beider zu dividiren; der Quotient gibt die Nummer des Glases. — Es wünscht z. B. Jemand, welcher die am Faden gemessene Sehweite von 6 Zoll besitzt, in der Entfernung von zehn Zoll zu lesen, so multiplicirt man diese beiden Entfernungen und dividirt das Produkt (60) mit dem Unterschiede beider (4) und erhält hierdurch die gesuchte Brennweite (15) der („concav" geschliffenen) Zerstreuungslinse, welche ein passendes Brillenglas für einen Kurzsichtigen dieser Art abgibt. Wollte derselbe Kurzsichtige ein Glas zum Notenlesen haben, welches ihm also gestattet, bei 18 Zoll Entfernung deutlich zu lesen, so wäre nach derselben Rechnung Nr. 9 das passende Glas. — In gleicher Weise verfährt der Weitsichtige. Konnte derselbe etwa einen Druck mittlerer Größe nicht näher als 15 Zoll vom Auge noch lesen, er wünschte aber schon bei 12 Zoll die Buchstaben deutlich zu erkennen, so würde er nach der nämlichen Rechnung ein Glas von 60 Zoll Brennweite nöthig haben, und zwar eine „convex" geschliffene Sammellinse. (Die Brennweite der concaven Gläser erkennt man durch den Vergleich der einzelnen Gläser mit einem Concavglase von bekannter Lichtbrechung; man hält zu diesem Zwecke beide Gläser etwa eine Elle vom Auge entfernt neben einander und sieht wechselsweise durch sie nach einem und demselben Gegenstande hin, etwa nach dem Fenster eines gegenüber liegenden Hauses, nach einem Baume, einem entfernten Gartenstacket 2c. Je kleiner jener Gegenstand erscheint, um so schärfer ist das Glas. — Die Brennweite convexer Gläser kann man direkt messen, indem man im Vereinigungspunkte ihrer Strahlen das verkehrte und verkleinerte Bild eines entfernten leuchtenden Gegenstandes auffängt, z. B. in einem hinreichend tiefen Zimmer das Bild eines Fensters auf einem an der entgegengesetzten Wand befestigten weißen Blatte.)

Bei der Auswahl einer Brille ist nicht nur die Schärfe der Gläser zu beachten, sondern auch die Form des Brillengestelles; daher hat man außer der Sehweite noch die „Augenbreite" zu messen.

Mit dem Ausdruck „Augenbreite" bezeichnet man die Entfernung der beiden Augäpfel von einander, — oder den Raum zwischen der Pupille des einen Auges bis zur Pupille des andern Auges. — Um die Entfernung der beiden Pupillen von einander zu messen, bedient man sich folgender einfacher Hülfsmittel: man legt zwei Oktavblätter starkes Schreibpapier über einander, bricht an ihrer schmalen Seite bei beiden einen Rand von etwa 1 Zoll Breite um, so daß der Bruch senkrecht auf die längere Seite des Papieres gemacht wird und das zu unterst liegende Blatt das über ihm liegende umfaßt. Hat man dies sorgfältig gemacht und starkes Papier genommen, so wird das innere Blatt in den umbrochenen beiden Streifen des äußeren Blattes wie in einem Falze sich leicht hin und her schieben lassen, ohne daß das Papier sich krümmt. Dies dient als Probe, daß der Bruch richtig gemacht wurde. Man ziehe nun die beiden Blätter von einander, bis sie nur noch etwa zwei Querfinger (1 ½ Zoll) einander decken, und steche dann mit einer nicht zu feinen Nadel ein Loch mitten in jedes der beiden Papierstücke; jedes Loch wird dann vom Rande des andern Papiers etwa ½ Zoll entfernt sein. — Von den beiden so vorgerichteten, an einander verschiebbaren Papierstücken faßt man je eines zwischen Daumen und Zeigefinger der einen Hand, preßt unterhalb der Papiere die drei andern Finger der Hände gegen einander, um einen festeren Stützpunkt zu gewinnen, und übt sich zuvörderst, ehe man das Papier vor das Auge hält, die beiden Stücke leicht in einander von einer Seite zur anderen zu schieben, so daß man den kleinen Papierapparat verlängert und verkürzt. Erst wenn man dies erlernt hat, (was bei Personen, die in mechanischen Arbeiten nicht geübt sind, ¼ bis ½ Stunde dauern kann,) hält man das Papier vor die Augen, so daß man mit jedem Auge durch eine der Oeffnungen sieht. — Man trete zum Zwecke des Messens an ein Fenster und sehe auf einen entfernten Gegenstand, der sich genügend auszeichnet, um nicht mit einem benachbarten verwechselt werden zu können: ein Blitzableiter, eine entfernte Feueresse, eine einzelne Stange, ein entfernt stehender einzelner Baum. Gewöhnlich blickt man anfänglich nur durch eines der runden Löcher; — allmälig gewahrt man auch das andere; — nun sieht man zwei helle Kreisöffnungen im Papiere, welche bei dem erwähnten Verschieben der

Papiere in einander sich gegenseitig nähern oder von einander entfernen. Solange man zwei Oeffnungen vor Augen hat und auf irgend einen gewählten Gegenstand sieht, erscheint der letzte doppelt; indem man die beiden Scheiben einander nähert, decken sie sich allmälig und bilden schließlich eine einzige. Jetzt muß man sich durch abwechselndes Schließen der beiden Augen überzeugen, daß man auch durch beide Augen gleichzeitig gesehen hat und nicht etwa durch eines allein; hat man diese Ueberzeugung gewonnen, so legt man die beiden Papierstücke behutsam auf ein anderes Blatt glattes Schreibpapier, drückt sie mit der einen Hand fest auf und sticht mit der andern durch die Löcher, durch welche man so eben gesehen hat, eine Nadel in das untergelegte Papier. Diese letzten beiden Löcher stellen nun in ihrer Entfernung von einander die Entfernung der beiden Pupillen von einander dar und sind also die gemessene „Augenbreite". Man bezeichnet sich zur größern Deutlichkeit die beiden Löcher mittelst eines Kreuzes oder Kreises mit Bleistift und wähle sich darnach das Brillengestell aus, indem man dasselbe auf die beiden Punkte mit den beiden zur Aufnahme der Gläser bestimmten Augenringen auflegt. Das Brillengestell paßt nur dann für die Augenweite, wenn die beiden Oeffnungen sich gerade im Mittelpunkte der beiden Augenringe befinden.

Die beste Form des Brillengestells ist nach des Verfassers Ueberzeugung folgende: Man läßt das Gestell für die Gläser aus schwarzem Horn oder aus Schildkrot so arbeiten, daß der „Steg" gerade in der Mitte zwischen beiden Gläsern sich befindet (sogenannter X-Steg) und etwa 4 Millimeter dick und 6 Millimeter breit ist (also unbeweglich als ein festes Stück bleibt, ohne zu federn); — an diesen Glasträgern werden 2 „Stangen" aus hartem Golde von etwa 15 Centimeter Länge und 2 Millimeter Breite und Dicke befestigt, welche nur dicht am Glasträger ein Gelenk haben, sonst aber (wie die Stangen der Frauenbrillen) in einem Stück ohne Unterbrechung fortlaufen. — Dieses Brillengestell hat die Vorzüge: daß man es mit einer Hand abnehmen und aufsetzen kann, gleichviel welche Seite nach oben kommt, — daß die Gläser fest, sicher und gleichmäßig vor den Augen bleiben, daß die Brille selbst beim Springen und Reiten ihre Stelle nicht verläßt, wenn die Stangen der Rundung des Kopfes entsprechend gebogen wurden, — daß die Brille niemals drückt, niemals Schmerz verursacht und selbst bei ununterbrochenem Tragen niemals an Nase oder Ohren wund macht, sondern immer der Haut sanft und weich aufliegt.

Eine sorgfältige Auswahl des Brillengestelles mit Rücksicht auf die Entfernung der Pupillen von einander ist deshalb nothwendig, weil alle optischen Instrumente nur im Mittelpunkte der Linse ein scharfes und deutliches Bild geben; dies gilt ebensowohl von den Brillengläsern, als von unserm eigenen Auge. Wir brauchen nur ein Auge zu schließen und mit dem andern, ohne eine Bewegung zu machen, ruhig und unverwandt auf ein Buch zu schauen, und wir werden zweierlei wahrnehmen: zuerst bemerken wir, daß wir mit einem Auge auf einmal nur einen bestimmten Kreis zu überblicken vermögen, und zwar einen Kreis, welcher uns namentlich beim Betrachten von nahe liegenden Gegenständen durch seine Kleinheit überrascht. Man nennt diesen Kreis das „Gesichtsfeld". — Weiter aber nehmen wir wahr: daß wir scharfe Umrisse der Buchstaben und anderer kleinen Gegenstände nur in der Mitte des Kreises sehen können; nur in dieser Mitte erblicken wir das Gesehene deutlich und klar, je weiter aber die Gegenstände nach dem Rande des Sehfeldes zu liegen, desto mehr erscheinen sie undeutlich, mit verschwommenen Umrissen, wie im Nebel gesehen. — Wir werden also auch durch die Brillengläser nur dann am deutlichsten wahrnehmen können, wenn der Mittelpunkt unseres Sehfeldes sich vor dem Mittelpunkte des Brillenglases befindet.

Unser Sehfeld wird größer: wenn wir mit beiden Augen gleichzeitig einen Gegenstand betrachten und also das Gesichtsfeld des einen Auges zu dem des andern hinzutritt, — oder wenn wir durch Bewegungen der Augen dieses vergrößerte Gesichtsfeld über unsere Umgebung hinweggleiten lassen.

Wenn wir, um nach oben, nach unten oder nach den Seiten hin zu blicken, unsere Augen bewegen, so hat dies von außen den Anschein, als ob der Augapfel sich hin und her schöbe. Dieser Anschein trügt aber: in Wirklichkeit bleibt der Augapfel auf einer Stelle und wird nur durch die Augenmuskeln in Rollbewegung versetzt, so daß er sich um die eigene Achse bewegt. Dies hat den Vortheil, daß der Augapfel unverändert von der zu seinem Schutze nothwendigen weichen Fettlage umhüllt bleibt und daher weder einer ihm nachtheiligen zu schnellen, schleudernden Bewegung, noch auch in der größten Kälte einer erheblichen Temperaturveränderung ausgesetzt ist. — Der Gesunde kann mit jedem Auge einzeln sehen, oder mit beiden Augen gemeinsam.

Beim Sehen mit zwei Augen wird von dem leuchtenden oder beleuchteten Gegenstande auf der Netzhaut in jedem Auge ein besonderes

Bild entworfen, wir empfinden jedes dieser beiden Bilder und wir sehen doch für gewöhnlich nur eins. Wir haben die zum Theil angeborne, zum Theil von Jugend auf erworbene Fähigkeit, die auf beiden Seiten in beiden Augen gleichzeitig und gleichmäßig erhaltenen Eindrücke mit einander zu verschmelzen und zu einem einzigen zu verbinden, vorausgesetzt. Wir sehen nicht doppelt, sondern einfach mit zwei Augen, wenn die Gesichtseindrücke, von einem und demselben Gegenstande herrührend, die einander entsprechenden Stellen der Netzhaut treffen. Sobald die Bilder auf andere Stellen der Netzhaut gelangen, als die sich gegenseitig entsprechenden, so sehen wir doppelt. Man braucht nur mit einem Finger sanft durch das untere Augenlid hindurch auf den Augapfel zu drücken und diesen ein wenig in die Höhe zu heben, und man wird sofort doppelt sehen, es zweigt sich das Bild desjenigen Augapfels, den man in die Höhe schiebt, von dem in der Ruhe bleibenden ab; und zwar rückt das Bild nach unten, also nach der entgegengesetzten Richtung, als wohin man den Augapfel bewegt, — was einen erneuten Beweis liefert, daß die Linse in unserem Augapfel ebenso, wie andere Linsen, die von ihr entworfenen Bilder in umgekehrter Stellung und Richtung der Netzhaut übergibt.

Oder man hält sich einen Bleistift, einen Finger dicht vor die Augen und sieht dabei einen entfernten Gegenstand an; dann wird man doppelte Bilder des Fingers oder Bleistiftes vor den Augen wahrnehmen, weil die Richtung der Augachsen nothwendig eine andere ist auf entfernte, als auf nahe Gegenstände und daher die in der Nähe befindlichen Objekte auf den einander entsprechenden Stellen der Netzhaut ihre Bilder erzeugen können, während man in die Ferne blickt.

Mit einem erhobenen Finger oder Bleistifte kann man noch einen andern in Bezug auf das Sehen lehrreichen Versuch anstellen. Man halte Finger oder Bleistift in der richtigen Sehweite, so daß man die Einzelnheiten der Oberfläche wahrnimmt, vor die Augen und merke sich den Gegenstand, welchen er in der Entfernung (an der gegenüberliegenden Wand des Zimmers, am Horizonte rc.) verdeckt. Hierauf schließe man das linke Auge, aber ohne Kopf oder rechtes Auge dabei zu bewegen, und in der Regel wird der Finger noch immer denselben Gegenstand verdecken, den er von Anfang an uns zu sehen hinderte. Dann schließe man das rechte Auge, und sofort rückt der Finger scheinbar ein bedeutendes Stück nach rechts: denn wir sehen ihn mit dem linken Auge aus einer andern

Richtung an, und deshalb müssen in der Verlängerung dieser Richtungslinie hinter ihm andere Gegenstände sich befinden. Wir lernen aber hieraus, daß wir in der Regel nur auf ein Auge, und zwar auf das rechte, unsere Aufmerksamkeit lenken, wenn wir auch mit beiden Augen zugleich sehen. Es gibt auch Personen, welche fast ausschließlich mit dem linken Auge sehen. Man sollte sich aber üben, beide Augen immer in gleichmäßige Thätigkeit zu bringen, damit nicht durch die unausgesetzte Anstrengung des einen Auges und Unthätigkeit des andern beide von ungleicher Sehweite werden. Dies ist bei den meisten älteren Personen, besonders bei kurzsichtigen, der Fall.

Uebrigens ist gleichzeitiges Sehen mit beiden Augen und gleichzeitiges Aufmerken auf beider Augen Thätigkeit für unsere Wahrnehmungen nicht ohne Belang; denn wir sehen die Gegenstände „körperlich" mit beiden Augen, — dagegen nur wie in perspektivischer Zeichnung auf einer ebenen Fläche, wenn wir sie mit einem Auge betrachten. Der Grund liegt darin, daß wir (wie das Beispiel vom scheinbar hin und her rückenden Finger beweist) alle Gegenstände unserer Umgebung mit jedem der beiden Augen in etwas verschiedenen Richtungen betrachten; wir gewinnen daher mit jedem einzelnen Auge ein etwas verschiedenes Bild; und indem diese beiden verschiedenen Bilder, deren jedes einzelne an sich nur wie ein perspektivisch gezeichnetes sich verhält, bei der Wahrnehmung einander decken, sehen wir die Gegenstände körperhaft.

Ein Beispiel möge dies erläutern und beweisen. Legen wir vor uns auf den Tisch nicht allzu weit von der richtigen Sehweite entfernt irgend einen Gegenstand hin, welcher viele kleine Erhöhungen hat (z. B. einen aus Rehhorn gearbeiteten Messergriff, — oder ein unregelmäßig abgebrochenes Stück Brodkrume von mindestens Fingerdicke, — oder ein Schlüsselbund mit vielen kleinen Schlüsseln, oder eine feine Holzschnitzerei) und sehen wir die Oberfläche dieses Gegenstandes an, während wir ein Auge zuhalten, so wird es uns bald gelingen, irgendwo zwei kleine Hervorragungen aufzufinden, welche annähernd in der Richtung unserer Sehlinie hinter einander liegen. So lange wir sie nur mit einem Auge betrachten, erscheinen sie „neben" einander, sobald wir aber das andere Auge auch öffnen, sehen wir sie deutlich „hinter" einander liegen. Wir sahen also im ersten Falle nur die perspektivische Zeichnung ihrer Umrisse. Im zweiten Falle aber sahen wir sie wirklich körperhaft; also nicht nur in Rücksicht auf ihre Verhältnisse zur Fläche, sondern in Rücksicht auf

ihre Beziehungen zur Höhe, Breite und Tiefe. Achten wir genau auf die Einzelheiten der beiden Hervorragungen, welche wir in's Auge gefaßt hatten, so werden wir wahrnehmen, daß wir mit zwei Augen von der am weitesten vom Auge entfernten Hervorragung etwas mehr sehen, als mit nur einem Auge. — Eine Beobachtung, welche schon Leonardo da Vinci gemacht und ausgesprochen hat. (l.) Das Stereoskop gibt in zwei Bildern die Ansicht jedes Auges einzeln.

Wir erkennen aus diesen Erscheinungen, daß unser Auge eben nur das Organ für Lichtempfindungen ist, während zum bewußten Sehen und Wahrnehmen noch eine geistige Arbeit, eine Beurtheilung des mit dem Auge Empfundenen gehört. Das Auge ist der Knecht, welcher durch den Sehnerven seinem Gebieter, dem Hirn, das Empfundene zusendet; der Herr verwendet und verwerthet den Fund seines Leibeigenen.

Weil aber das bewußte Sehen kein lediglich mechanischer Vorgang, sondern zugleich eine geistige Thätigkeit ist, — muß es auch erlernt werden, wie jedes Arbeiten erlernt und eingeübt sein will. Der Gesunde kann im Kleinen dies an sich selber beobachten. Sobald wir unter ungewohnten Verhältnissen sehen, kostet es Uebung, um über das Gesehene bestimmt urtheilen zu können. Stellen wir uns z. B. an die Thür eines Zimmers, in welchem wir noch niemals gewesen sind, — bücken uns so tief, daß das Gesicht vollständig umgekehrt wird und die Stirn zu unterst, Mund und Kinn zu oberst sich befinden, — lassen dann die Thüre des Zimmers plötzlich öffnen, — so vergeht eine ziemliche Zeit, bis wir uns über alle Einzelnheiten, die wir in jenem Zimmer sehen, klar werden können.

Ein anderes Beispiel dieser Art bietet sich uns, wenn wir zur Zeit der Dämmerung in einer fremden Wohnung aus einem mit künstlichem Lichte hell erleuchteten Gemache in ein anderes treten, welches nur von den Strahlen der scheidenden oder erst aufgehenden Sonne spärlich erhellt wird. Wir erhalten weniger Licht in das Auge und brauchen daher um so gespanntere Aufmerksamkeit, damit wir die ungewohnt schwache Lichtempfindung richtig beurtheilen.

Entgegengesetztes beobachtete an sich selber kürzlich ein englischer Arzt: Wegen eines Augenleidens Monate lang zum Aufenthalte in dunklen Räumen gezwungen, ließ er beim milden Dämmerscheine eines dichten Londoner Nebeltages die Läden seiner Fenster zum ersten Male öffnen; sein Auge war aber von der geringen Lichtmenge betäubt und geblendet,

so daß es ihm anfangs ebenso unmöglich war, die Gegenstände seiner Umgebung deutlich zu erkennen, als einem Gesunden, der aus dunkler Hausflur plötzlich in das grelle Licht der Mittagssonne bei unbewölktem Himmel tritt. Gleich einem Solchen gewöhnte sich der erwähnte Arzt bald an die ihn umgebende Helle so weit, daß er sehen konnte; allein die Nervenhaut seines Auges war so empfindlich für Licht, daß die Gestalt hellgrauer Figuren, welche die Tapete des Zimmers auf dunkelgrauem Grunde zeigte, auch nachdem er das Auge geschlossen hatte, ihm leuchtend vorschwebte, wie uns das Bild einer Lichtflamme oder der Sonne. Am auffallendsten aber war es ihm, daß er das Urtheil für Perspective, also die Entfernung vom Auge, verloren hatte; das Zimmer erschien ihm als ein ungeheurer Raum, und seine eigenen Arme und Beine kamen ihm dreimal länger vor, als sie in Wirklichkeit waren. (m.)

Noch lehrreicher für Nachweis der Geistesarbeit beim Sehen sind die Beobachtungen an Personen, welche seit ihrer frühesten Jugend blind waren und welche erst im reiferen Lebensalter durch eine Operation das Augenlicht erhielten. Wir theilen eine solche mit über einen Kranken, welcher der Sohn eines Arztes war; letzterem Umstande verdankt man zumeist die genaue Beachtung des Falles. (n.)

Der junge Mann, welcher mit undurchsichtigen Linsen in beiden Augen geboren war, im 2. Lebensjahre das rechte Auge durch Krankheit ganz verloren hatte, im linken Auge aber nur schwache Lichtempfindung besaß und grelle Farben unterscheiden konnte, wurde (im Jahre 1840) im 18. Jahre seines Lebens operirt und erhielt durch die Operation die Sehfähigkeit.

Unmittelbar nach der Operation stellte man den Kranken mit dem Rücken gegen das Licht, um Sehversuche vorzunehmen, — war jedoch genöthigt, wegen des Schmerzes, den das Licht des nur mäßig beleuchteten Zimmers in dem Auge hervorrief, von jedem Versuche dieser Art abzustehen. Selbst milde Beleuchtung der geschlossenen Augenlider verursachte Schmerzen.

Am dritten Tage nach der Operation wurde der Verband zum ersten Male entfernt. Der Kranke öffnete die Augen und sah nur ein weites Lichtfeld, in welchem ihm Alles unbestimmt, verworren und in Bewegung erschien. Er konnte keine Gegenstände unterscheiden; noch immer verursachte Helligkeit ihm Schmerz. — Zwei Tage später sah er die Gegenstände wiederum verworren, erblickte eine Anzahl dunkler

Kreise, die bei den Bewegungen des Auges sich ebenfalls bewegten. Erst sieben Tage nach der Operation konnten Versuche über seine Sehfähigkeit angestellt werden. Er unterschied die Farben seidener Bänder, die auf schwarzem Grunde befestigt waren; Grau gefiel ihm am besten und machte einen angenehmen Eindruck; Roth, Orange und Gelb waren schmerzlich, aber nicht unangenehm; Violett und Braun verursachten keine Schmerzen, erschienen ihm aber häßlich. — Als man ihm eine senkrechte und wagrechte Linie, in dicken Strichen auf graues Papier gezogen, vorlegte und ihn aufforderte, die wagrechte zu bezeichnen, tastete er langsam zuerst nach der senkrechten, berichtigte aber seinen Irrthum bald. — Einen Würfel und eine Kugel hielt er für eine viereckige und kreisrunde Figur; und als man den Würfel mit einer viereckigen Scheibe vertauschte, fand er zwischen ihr und der Kugel keinen körperlichen Unterschied, sondern nannte beide Scheiben. Hierauf legte man ihm gleichzeitig die Scheibe und den Würfel vor, stellte auch letzteren schräg, so daß er mehrere Seiten gleichzeitig erblickte; allein er konnte sich keine Vorstellung über die Verschiedenheit ihrer Formen bilden; ebensowenig erkannte er die Form einer Pyramide; als man ihm die viereckige Scheibe und die drei Körper (Kugel, Würfel und Pyramide) in die Hand gab, war er auf's äußerste darüber erstaunt, daß er mit dem Auge diese Gegenstände nicht erkannt hatte, während er sie doch durch die Tastempfindung schon längst kannte.

Als der Kranke zuerst das Sehvermögen erhielt, erschienen ihm alle Gegenstände so nahe, daß er oft fürchtete, mit ihnen in Berührung zu kommen, obgleich sie sich in der That noch in weiter Entfernung von ihm befanden. Alles erschien ihm viel größer, als er nach der Vorstellung erwartete, die er sich mittelst des Tastsinnes erworben hatte; besonders groß dünkten ihm bewegliche Gegenstände zu sein, namentlich lebende, wie Menschen, Pferde. Wenn er die Entfernung abschätzen wollte, in welcher sich Etwas von ihm befand, so suchte er den Gegenstand von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu sehen, indem er den Kopf bald rechts, bald links bewegte.

Von der Perspective in Gemälden hatte er keine Idee; er konnte die einzelnen Gegenstände in einem Bilde wohl unterscheiden, nicht aber den Sinn des ganzen Gemäldes. Es erschien ihm z. B. unnatürlich, daß eine im Vordergrunde eines Gemäldes dargestellte menschliche Figur größer sein sollte, als ein Haus oder Berg im Hintergrunde.

Alle Gegenstände sahen ihm noch längere Zeit nach der Operation

so aus, als ob sie flach, scheibenartig wären. Er wußte sehr gut durch das Tastgefühl, daß die Nase im menschlichen Gesichte hervorrage und die Augen tiefer in den Kopf zurücktreten; trotzdem sah er das menschliche Angesicht für eine Ebene an und war immer von neuem über die Form desselben erstaunt.

Er besaß ein vortreffliches Gedächtniß für Alles, was er hörte oder betastete. Für Gesehenes dagegen war sein Gedächtniß höchst mangelhaft. Personen, welche ihn besuchten, welche er kannte und bereits gesehen hatte, vermochte er nicht eher wieder zu erkennen, als bis sie gesprochen hatten. — (Aehnliches findet man, wie früher erwähnt, bei Kurzsichtigen; die Ursache ist in der minder lebhaften Vorstellung zu suchen, welche der unvollkommene, der Einzelwahrnehmungen entbehrende Gesichtseindruck hervorruft.) Selbst wenn er einen Gegenstand wiederholt gesehen hatte, vermochte er sich desselben nicht deutlich zu erinnern und konnte ihn nicht auf Befragen beschreiben, konnte also nicht in der Einbildung die sichtbaren Eigenschaften des Gegenstandes sich in das Gedächtniß zurückrufen, — während er ihn recht gut und bestimmt beschrieb, sobald er ihn sah.

Die Operation wurde am 10. Juli ausgeführt; in der Mitte des November, also nach vier Monaten, war der Kranke im Stande, mit einer starken Brille (convex, von 5 1/4 Zoll Focus) die Namen über den Schaufenstern der Kaufläden in den Straßen zu lesen und die Zeit an der Uhr eines Kirchthurms auf die Minute anzugeben. Er war jedoch noch immer empfindlich für zu starkes Licht und sah besser an trüben Tagen. Das Gehen in sehr belebten Straßen war ihm höchst unangenehm; weil, wie er klagte, der Anblick so vieler verschiedener Dinge und die schnelle Bewegung der Volksmenge, der Wagen 2c. ihn verwirre; der Eindruck, welchen der zuletzt gesehene Gegenstand auf ihn gemacht, sei noch nicht verschwunden, wenn schon der nächste Gegenstand eine neue Empfindung hervorrufe; dies verwirre seine Vorstellungen und bewirke bei ihm ein Gefühl der Angst; sogar Schwindel entstehe; und er vermöge von diesen Unannehmlichkeiten sich nur dadurch zu befreien, daß er eine Zeitlang still stehe, die Augen schließe und sich, wie seinen Augen einige Ruhe zur Erholung und Sammlung gönne. —

Diese Angaben sprechen dafür, daß der Kranke mit Ruhe und Aufmerksamkeit sich selber beobachtete, daß also seine Mittheilungen glaubwürdig und beweisend sind. Wir erkennen aber aus denselben: daß das Tasten mit dem Auge ebenso erlernt werden muß, wie das Tasten mit der Hand. —

Indessen gibt es gewisse Gesichtswahrnehmungen, welche Personen mit anscheinend gesunden Sehorganen trotz der größten Aufmerksamkeit und Mühe niemals zu sehen erlernen können. — Unsere Lehrzeit beim Sehen hat vier Abstufungen: zuerst lernt der Neugeborne hell und dunkel sehen, lernt also das Licht empfinden; dann erlernt das Kind die Gestalt einzelner oft gesehener Gegenstände nach den Umrissen zu unterscheiden, dieselben im Gedächtnisse einzuprägen und sie daher wieder zu erkennen; viel später wird mit Hülfe von Tasterfahrungen erlernt, die Gegenstände als Körper zu sehen, und hieraus entwickelt sich allmälig das Verständniß der Perspective; endlich zuletzt kommt die Unterscheidung der einzelnen Farben. Nur Diejenigen können mit gesunden Augen alle Farbenunterschiede bestimmt wahrnehmen und bezeichnen, deren Aufmerksamkeit schon in ihrer Jugend auf die Unterschiede der verschiedenen Farben und besonders auf die vielfachen Abstufungen in der „Schattirung" einer und derselben Farbe gelenkt worden ist. In der Regel vermögen deshalb Frauen schärfer und bestimmter die Farben zu unterscheiden, als Männer, weil die Auswahl farbiger Fäden beim Sticken schon den kleinen Mädchen den Unterschied der „Schattirungen" zum Bewußtsein brachte. Manche Personen vermögen jedoch einzelne bestimmte Farben nicht von einander zu unterscheiden, während dem Gesunden die Verwechslung derselben fast unglaublich ist. Dem Einen erscheint das Roth eines neuen Ziegeldaches genau dieselbe Farbe zu sein, wie das junge saftige Grün des Frühlingslaubes der Bäume — und wenn er Landschaften malt, so sind die Dächer maiengrün und die Bäume ziegelroth! Ein Anderer kann zwischen dem zarten Roth der aufgeblühten Centifolie und dem tiefen Hellblau des Himmels zur Sommerszeit beim Südostwinde keinen Unterschied auffinden, und er nennt beide Farben ein „angenehmes Grau". Man nennt dies „Farben-Blindheit".

Zur Erklärung dieser Thatsachen muß man sich erinnern, daß „Farbe" nichts Körperhaftes, selbstständig für sich Bestehendes ist, sondern, daß jede einzelne Farbe nur einen einzelnen Bruchtheil des weißen Lichtes darstellt. Ein Glas-Prisma, eine bauchige Wasserflasche, ein eben solches Glas, ein Thautropfen, kurz alle die durchsichtigen Gegenstände, welche die Lichtstrahlen von ihrer geraden Bahn ablenken oder, wie man sagt, „brechen", während das Licht durch sie hindurch tritt, — alle diese Gegenstände zerlegen uns das weiße Licht in jene bekannten schönen Farben, welche wir am Regenbogen bewundern. — Wenn man das

Holz einer Weidenruthe da, wo dieselbe vom Baume abgeschnitten ist, also am andern Ende, mit einem Schlüssel zerklopft oder sie mit einem Messer der Länge nach in kleine Theile spaltet und hierauf das gespaltene Stück der Ruthe so lange nach einer Seite biegt, bis es bricht, so hat man im Groben ein Bild von der Brechung der Lichtstrahlen. Streicht man die gespaltenen einzelnen Theile der Ruthe wieder gerade, so nehmen ihre Enden nur den kleinen Raum ein, welcher eben der Dicke (Durchschnittsfläche) jener Weidenruthe entspricht; knickt man sie aber zur Seite, so werden manche mehr, manche weniger weit abstehen, die andern rücken weiter auseinander und nehmen dann eine viel größere Fläche ein, weil die einen mehr, die andern weniger abgelenkt sind (unter größerem oder kleinerem Winkel). Dasselbe findet statt beim Lichtstrahl.

Das weiße Licht ist zusammengesetzt aus einem Bündel von Lichtstrahlen verschiedener Farben, deren Summe uns weiß erscheint. Wird nun der gerade Strahl beim Durchgehen durch ein Prisma zur Seite abgelenkt, so treten die verschiedenen Farben nicht mit einander, sondern neben einander aus dem Prisma hervor und bilden die Reihenfolge:

Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett.

Von diesen sechs Farben des Regenbogens (welche früher als sieben gezählt wurden, weil man Hellblau und Dunkelblau von einander schied) ist „Roth" die am wenigsten brechbare, „Violett" die brechbarste, daher auch am meisten abgelenkte, am weitesten von der ursprünglichen Richtung des Lichtstrahles entfernte. Uebrigens sind die durch Farbe für uns sichtbaren Strahlen nicht die einzigen, welche sich im weißen Lichte befinden. Noch vor der rothen Farbe, also noch weniger brechbar, als diese, befinden sich die „Wärmestrahlen" des Lichtes: dunkele, nicht leuchtende Strahlen; sie sind für unser Auge nicht wahrnehmbar, selbst wenn sie dasselbe berühren, weil sie in Hornhaut, Linse und Glaskörper zur Erwärmung dieser sich verbreiten, ohne daß sie bis zur Nervenhaut gelangten. Ueber das Violette hinaus, also am meisten gebrochen, finden sich die ebenfalls unsichtbaren „chemischen Strahlen", deren Hülfe die Photographie gegenwärtig so häufig in Anspruch nimmt. Da wir die Wärmestrahlen und die chemischen nicht sehen können, so läßt sich ihr Bestehen nur durch besondere Hülfsmittel nachweisen. —

Von den sechs Farben des weißen Lichtes bezeichnen die „Maler" Roth, Gelb und Blau als Grundfarben, weil sie aus diesen mit Hülfe ihrer Malfarben die übrigen für unser Auge dem Anscheine nach

mischen können. Die „Physiker" dagegen erkennen nur diejenigen als Grundfarben, durch deren Zusammenfallen wiederum das ursprüngliche Licht, nämlich weiß, hergestellt wird, und diese sind:

Roth, Grün, Violett.

Die Mischung dieser drei Farben gibt schönes helles weißes Licht. Wenn es Jemandem nicht gelingen sollte, dies mit Hülfe der Farben seines Malkastens zu beweisen, sondern wenn dann entweder immer eine der drei Farben überwöge, oder im günstigsten Falle doch nur durch ihre Mischung ein helles „Grau" gewonnen würde, so bedenke man, daß es erstens: schwierig ist, Farben der richtigen, d. h. völlig gleichen Stärke zu finden, und daß daher bei jedem hierbei gemachten Fehler die stärker färbende Farbe überwiegen muß, — daß aber zweitens: im Malkasten nicht wirkliche „Farben" sich befinden, sondern nur fein zertheilte und mit einem Klebstoff unter einander verbundene Pulver von bestimmter Färbung.

Die Färbung der Oberfläche eines Gegenstandes hat darin ihren Grund, daß die betreffende Oberfläche die übrigen Farben in sich aufnimmt und nur die eine oder die Mischung mehrerer in unser Auge zurückwirft, nach der wir die Färbung der Oberfläche benennen. Eine Tapete von blauer Farbe wirft eben die blauen Lichtstrahlen in unser Auge, eine solche von rother die rothen. Je dunkler ein Gegenstand aussieht, um so mehr verschluckt seine Oberfläche Licht, und je heller er ist, um so mehr des Lichtes strahlt er zurück. Wenn wir also die Farben des Malkastens auf eine weiße Fläche auftragen, so überziehen wir eine Stelle, welche bis dahin sämmtliche Farben verworren unter einander, mithin „weißes Licht", zurückgeworfen hatte, mit einem solchen Stoffe, der einen Theil der Farben des Lichtes zurückbehält und nur einen Theil von sich gibt. Es wird daher die Mischung dieser gefärbten Stoffe niemals weißes Licht geben können, denn wenn es uns gelingt, durch richtige Mischung die zurückgeworfenen Farben gerade mit einander zu verbinden, so wird doch nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil des Lichtes zurückgesendet; der andere wird von den drei gemischten Malfarben aufgenommen; daher erscheinen diese dunkel, und jede dunkle Färbung gibt mit Hülfe zurückgeworfenen Lichtes den Eindruck des „Grau".

Von den mittelst des Prisma durch Zerlegung des weißen Lichtes gewonnenen „Farben" sind nicht immer drei (Roth, Grün, Violett) nöthig, um „weißes" Licht zu geben, sondern es genügt in vielen Fällen,

daß man nur zwei einfache Farben auf einander fallen läßt, um für uns die Farbenempfindung aufzuheben, uns mithin die Empfindung des weißen Lichtstrahles zu geben. Man nennt diese einfachen einander zu weißem Licht ergänzenden Farben „Ergänzungsfarben“ oder „Complementärfarben“. Es sind:

Roth und Blaugrün,
Orange und Kornblumblau,
Gelb und Indigoblau,
Grünlichgelb und Violett.

Diejenigen Personen, welche, an Farbenblindheit leidend, die Farben mit einander verwechseln, wie es dem Gesunden scheint, — welche aber in Wirklichkeit eine bestimmte Farbe nicht zu sehen vermögen, — haben vermuthlich in den feinen Stäbchen- und Kugel-Gebilden ihrer Nervenhaut ein Hinderniß, durch welches ihnen eine Farbe von bestimmter Brechbarkeit nicht zur Empfindung gelangt. Diese Farbe ist in der Regel Roth, und ihr Leiden müßte „Rothblindheit“ heißen. Das mangelhafte Sehvermögen für Farben hängt bei farbenblinden Personen nicht von der Erziehung ab, sondern ist erblich und wurde von uns in drei Generationen einer Familie aufgefunden; daneben besteht auch bei Gesunden das durch Erziehungsmangel bewirkte Ungeschick im Unterscheiden feiner Farbenabstufungen.

Für den Gesunden ist das Bestehen der Ergänzungsfarben leicht durch einen Versuch mittelst der „Nachbilder“ unserer Netzhaut nachzuweisen: Wird auf der noch nicht ermüdeten Sehnervenhaut ein Lichteindruck von erheblicher Stärke hervorgerufen, so verschwindet derselbe bei kurzer Dauer nicht sofort wieder, sondern man hat noch eine Zeitlang die erhaltene Empfindung. Wenn man z. B. ein Licht oder einen hellen Gegenstand durch die vorgehaltene Hand eine Zeitlang dem Auge verdeckt, dann die Hand plötzlich wegzieht, während man den leuchtenden Gegenstand fest ansieht, und hierauf ebenso schnell durch die vorgehaltene Hand das Auge wieder verdeckt und beschattet, — so sieht man ein Nachbild, welches den leuchtenden Gegenstand uns in denselben Farben und anfangs beinahe ebenso hell zeigt, als wir ihn gesehen haben, welches aber nach und nach verschwindet. (Es ist dies im Wesentlichen der nämliche Vorgang, wie bei einem bekannten gesellschaftlichen Scherz mit Hülfe der Tastnerven: Wenn man einem Andern ein dünnes Geldstück auf die Stirn aufdrückt und, ohne daß er es merkt, von der Stirne wieder abnimmt, so glaubt

er, das Geldstück klebe auf seiner Stirne fest, und sucht durch Bewegungen der Haut dasselbe zu entfernen.) Sobald man aber, während das Nachbild einer Lichtflamme langsam abklingt, das Auge öffnet und die mäßig beleuchtete Wand ansieht, so erblickt man den Gegenstand des Nachbildes in dunkler Farbe auf der Wand: die Sehhaut war von der starken Lichteinwirkung so ermüdet, daß sie nun das schwächere, von der Wand ausgehende Licht an dieser Stelle nicht empfindet, sondern für einige Augenblicke an dieser Stelle nahezu blind ist. Ebenso kann man sich für kurze Zeit durch Anschauen einer bestimmten Farbe für diese einzelne Farbe unempfindlich — also blind — machen, und dann sieht man an der betreffenden Stelle, wenn man das Auge auf eine mäßig beleuchtete Fläche richtet, die entsprechende Ergänzungsfarbe.

Der Versuch besteht in Folgendem. Man lege auf einen Bogen schwarzes Papier, oder auf ein Stück schwarzes Tuch, oder auf eine dunkle Decke ein viereckiges Stück weißes Papier etwa von der Größe eines Quadratzolls und sehe mit dem Auge das weiße Papier längere Zeit fest und unverwandt an; hierauf blicke man einen Bogen graues Conceptpapier an, und man wird als Nachbild ein schwarzes Quadrat sehen von gleicher Größe und Form, als das weiße. Legt man aber auf die dunkle Unterlage anstatt eines weißen Gegenstandes einen farbigen, also ein Stück Papier von rother oder blauer Farbe, und sieht dann das graue Conceptpapier an, nachdem man den farbigen Gegenstand längere Zeit betrachtet hat, so erscheint uns das Nachbild in der betreffenden Ergänzungsfarbe.

Auch weiße Gegenstände geben dem Auge Farbenerscheinungen, indem das dunkle Nachbild allmälig sich verschieden färbt. Man nennt dies „das farbige Abklingen" der Nachbilder und sieht meistens die Farben in folgender Reihe einander ablösen: Grün, Blau, Violett, Roth, — bis das Nachbild verschwindet.

Die Ergänzungsfarben können auch noch auf folgende Weise sichtbar gemacht werden. Wenn man ein graues Papierstückchen auf einen Bogen rothes Papier legt, so erscheint uns das graue Papier grünlich gefärbt; legt man es auf einen blauen Bogen, so erscheint es gelblich, — auf einem grünen Bogen röthlich, — auf einem gelben bläulich. — —

Es beweisen diese Versuche, daß wir im weißen Lichte uns unbewußt immer die Farben auch empfinden, und daß wir diese Empfindung zu

unserem Bewußtsein bringen können, sobald wir unser Sehorgan dazu anleiten, bei einseitiger Farbenwahrnehmung die im weißen Lichte vorhandene Ergänzungsfarbe deutlicher zu fühlen. Wir sehen aber, daß unser Auge nicht nur das „Tasten" mit Lichtstrahlen erlernen muß, sondern auch das Sehen der „Farben".

Ob die Thiere sich in gleichem Falle befinden, oder ob sie ohne Weiteres ihr Sehorgan richtig gebrauchen können, — darüber fehlt es zum Theil an entscheidenden Beobachtungen. Man ist meistens geneigt, den Thieren das Vorrecht zuzuschreiben, daß sie vom ersten Lebenstage ab im ungeschmälerten Gebrauche ihrer Organe sich befänden, und nicht, wie der Mensch, erst eine Zeit täppischer Ungeschicklichkeit durchzumachen hätten; — man bezieht sich gewöhnlich dabei auf das auskriechende Hühnchen, welches beim Haushuhn und noch in höherem Grade beim Wild-Huhn (Rebhuhn) geschickt zu laufen versteht, sobald es das Ei verlassen, ebenso wie die junge Ente sofort zu schwimmen vermag. Indessen könnte Jedem das Beispiel unserer Singvögel, der Insektenfresser wie der körnerfressenden, belehren, wie ungeschickt und wie wenig kunstgerecht die Glieder brauchend auch junge Vögel sich verhalten. Das Küchlein verläßt allerdings mit der Hülle der Flaumfedern die Eischale, von welcher es bis dahin beschützt wurde und kann sofort laufen; aber diese Laufbewegung bildet keineswegs den ersten Anfang seiner Muskelthätigkeit, sondern der junge Vogel hat (während er durch Luftmangel dazu getrieben wurde, sich angstvoll von der Eischale zu befreien) in dem engen Raume seiner Bildungsstätte mehrfache Umdrehungen ausgeführt, welche eine Art Turnübung seiner gesammten Muskeln bildeten, bis er endlich unter Einfluß der Erstickungsnoth sich unwillkürlich streckte und dabei mit dem auf der oberen Spitze seines Schnabels befindlichen Zahne (der bald darauf abfällt) die Eischale von innen aufritzte und durch diesen Mechanismus sich Luft verschaffte, während die alte Henne ihm hilft, das Gefängniß zu zerbrechen. Nun sind die Glieder frei und mittelst der vor dem Auskriechen schon über sie gewonnenen Herrschaft kann das Küchlein laufen. — Daß aber junge Hunde und junge Katzen in geschickter Gliederbewegung dem Menschen nicht voraus sind, während sie wegen ungeöffneter Lidspalte ihm während der ersten Tage im Sehen weit nachstehen, das hat wohl Jedem schon der Augenschein gelehrt.

Die Augen der „Wirbelthiere" weichen in ihrer Form nur wenig von dem menschlichen Auge ab, und zeigen in ihrer Zusammen-

setzung im Wesentlichen den nämlichen Bauplan: einer Hohlkugel aus derber weißer Sehnenhaut, mit einer Aderhaut und einer Nervenhaut ausgekleidet, durch einen Krystallkörper hart und prall gefüllt, mit einer durchsichtigen Hornhaut zur Einführung der Lichtstrahlen und einer lichtbrechenden Linse. Die Gesammtform des Auges weicht bei einigen Thieren mehr, bei anderen weniger von der Kugelform ab, so daß das Auge gleichsam von vorn nach hinten zusammengedrückt erscheint (wie man am Auge des Kalbes sehen kann), — oder die Linse ist nicht wie die menschliche Krystall-Linse auf ihrem Durchschnitte der „Linse" ähnlich, sondern vielmehr der „Kugel" (z. B. bei Fischen, beim Seehund, bei den Raubvögeln, beim Luchs).

Die Augen der „Vögel" unterscheiden sich vielfach von denen der Säugethiere. Die Vögel pflegen sehr weitsichtig zu sein: Ein Sperling sieht auf 25 Meter Entfernung ein Gerstenkorn; Adler, Habicht und Falke erblicken aus einer Höhe von hundert und mehr Metern kleine Thiere, z. B. Mäuse, im Felde. Das Sehorgan der Vögel besitzt einen besondern Schutz im Augenring, d. h. in einem Kranze, der aus zwölf bis fünfzehn übereinander greifenden Knochenschuppen gebildet ist, und haben außer ihren zwei häutigen Augenlidern noch ein dünnes durchsichtiges drittes Augenlid: die „Nickhaut"; letztere ist im innern Augenwinkel angewachsen, kann von hieraus über das ganze Auge gezogen werden und dient, wie in unseren Zimmern die Fensterrolle, zur Regelung des Lichteintrittes. — Bei den „Amphibien" finden sich bei einigen ebenfalls drei Augenlider (Frösche, Krokodile), bei den meisten zwei, dagegen bei den Schlangen und einigen Eidechsen gar keines, sondern die Augen liegen unter der allgemeinen Körperhaut, welche daher bei den Häutungen dieser Thiere mit über die Hornhaut abgestreift wird. Sehr kleine und verkümmerte Augen haben diejenigen Wirbelthiere, welche unter der Erde leben (wie der Maulwurf, die Blindmaus, der Zokor, eine rothgraue Blindmaus Sibiriens), — ferner die von Ameisen lebenden Rüsselschleichen (kleine Schlangen in England und Südamerika); endlich fehlen die Augen ganz bei der Blindwühle, einem Molch, welcher in Surinam in feuchter Erde lebt, wie bei uns der Regenwurm. Auch der blinde Höhlenfisch (Amblyopsis spelaeus) aus der Mammuthshöhle von Kentucky entbehrt der Augen, während der Olm (Proteus anguinus) noch Andeutungen derselben unter seiner durchsichtigen Haut besitzt.

Bei den „wirbellosen Thieren" sind die Polypen augenlos,

die Krebse der erwähnten Höhle in Kentucky haben nur Augenstiele ohne Augen; — einige Eingeweidewürmer besitzen Augenpunkte. Die nur mit dem Vergrößerungsglase wahrnehmbaren Büschelfüßer (in ihrer Gestalt vielfach den Krebsen ähnlich) müssen sich mit einem einzigen Auge begnügen, während die Spinnen deren sechs bis acht, die Blutegel zehn besitzen. Die Augen vieler Insekten zeigen äußerlich kleine meist sechseckige Abtheilungen, so daß sie einem „facettirt geschliffenen" Kugelstück ähnlich sind. Durchschneidet man aber ein solches Auge von der Oberfläche aus nach dem gemeinsamen Mittelpunkte, so erkennt man unter dem Mikroskop, daß jede dieser „Facetten" die Hornhaut eines langgestreckten, fast röhrenförmigen Auges darstellt (Figur 110). Auf die Hornhaut folgt ein harter Krystallkörper (b), und dann, ähnlich wie beim menschlichen Auge, zuerst ein gröberes Geflecht von Sehnervenfasern (c), dann eine Schicht von Prismen und Stäbchen (d), und zuletzt eine solche von Körnern und Ganglien (e); der Sehnerv (g) sendet in jedes dieser Augen Zweige (f). Diese Mosaik-Augen der Insekten sind unbeweglich, und das Thier vermag mit denselben nur die Gegenstände wahrzunehmen, welche in Folge seiner Körperbewegungen gerade zufällig in der Längsachse eines oder, wenn es ein größerer Gegenstand ist, mehrerer der Augen sich befinden. Ein Accomodationsvermögen läßt sich zur Zeit für diese Augen nicht nachweisen, von denen es außerdem wahrscheinlich erscheint, daß sie nur für geringe Entfernungen zum deutlichen Sehen geeignet sind. Bedarf doch auch das Insekt

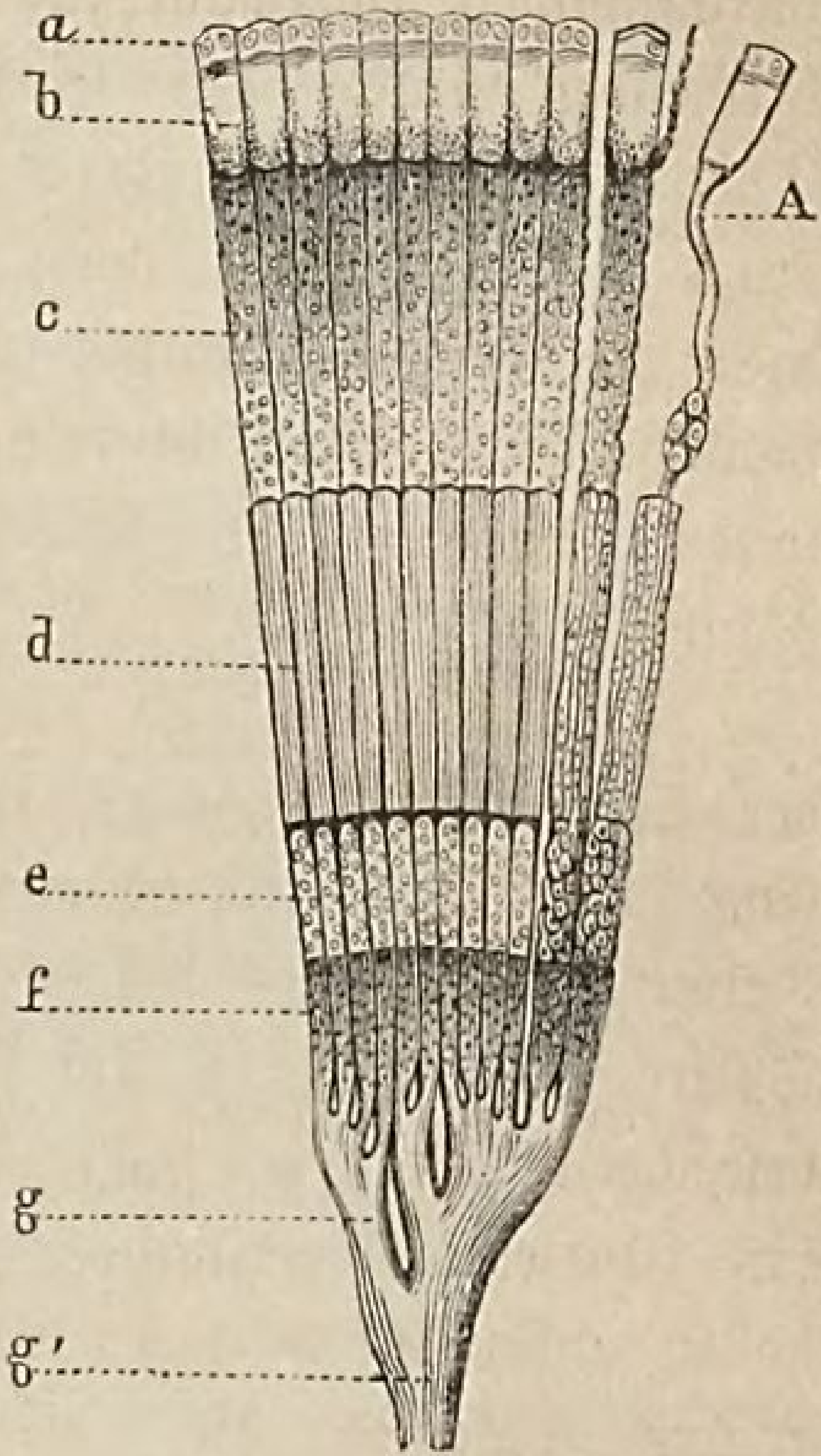


Fig. 110. Stück eines Insektenauges.

(Vom Schmetterling Sphinx ligustri, dem Liguster-Schwärmer.)

Man sieht mehrere der kleinen Augen, aus denen das ganze Auge mosaikartig zusammengesetzt ist.

a Facetten, entsprechend der Hornhaut des menschlichen Auges. — b Krystallkörper. — c Ausbreitung des Sehnerven. — d Stäbchen des Sehnerven. — e größere Zellen des Sehnerven. — f Zweige und g Aeste des g' Stammes des Sehnerven.

A Eines der Augen vereinzelt; die der Sklerotica des menschlichen Auges entsprechende Hülle ist abpräparirt, — der obere harte Theil des Glaskörpers (welcher der Linse entspricht) ist erhalten, — der übrige Glaskörper unterhalb A ist theils durch Verdunstung geschrumpft, theils ausgeflossen.

nur der Wahrnehmungen für seine nächste Umgebung, während der in der Luft kreisende **Raubvogel** seine Beute in weiter Ferne zu erspähen hat. —

Für die **Gesundheitspflege des Auges** ist zunächst zu berücksichtigen: die Menge, die Richtung und die Art des in die Augen fallenden Lichtes. — Die **Lichtmenge** darf nicht zu klein sein, wenn auf unserer Netzhaut ein deutlich wahrnehmbares Bild entstehen soll. Die Ueberanstrengung der Augen in der Gegenwart, welche sich namentlich bei Schülern durch das Ueberhandnehmen der Kurzsichtigkeit und durch zahlreiche Augenleiden kund gibt, scheint zum nicht geringsten Theile durch die ungenügende Lichtmenge hervorgerufen zu werden, welche in unrichtig erbaute Schulräume gelangt, und welche durch die Nöthigung der Schüler, zur Zeit der Dämmerung zu lesen, welche während der ersten Unterrichtsstunden und während des Nachmittags-Unterrichtes zur Winterszeit stattfindet, noch gesteigert wird. Dazu kommt, daß unsere Augen durch helle Tagesbeleuchtung bei Sonnenlicht, sowie durch das grelle Licht der Petroleumlampen während der Abendzeit, verwöhnt sind und daher bei geringerer Beleuchtung um so mehr sich anstrengen müssen. Wenn unsere Voreltern bei der geringen Lichtmenge eines Talglichtes oder einer wenig leuchtenden Oellampe sich ihre Augen besser erhielten, so kommt Dies daher, daß sie nicht halb so viel schrieben und lasen, als wir genöthigt sind. Die Ueberanstrengung bei ungenügender Beleuchtung ist aber um so größer, wenn sie bereits ermüdeten Organen aufgebürdet wird. — Die Richtung der Lichtquelle ist durch den Bau des Auges und den Ort der Hauptquelle alles Lichtes, der Sonne, bereits gegeben. Das Licht muß von oben in unser Auge fallen, nicht aus gleicher Höhe desselben, also wagrecht. Wer seine Augen zu schonen hat, der schreibe nicht mit dem Antlitz gegen das Fenster gerichtet (was nur bei der milden Beleuchtung eines nach Norden gelegenen Fensters ohne Nachtheile bleibt), sondern setze sich so, daß er die linke Seite dem Fenster zukehrt. — Ziemlich schwierig ist im Privatzimmer die Abendbeleuchtung von oben her einfallend herzustellen, weil die meisten unserer Lampen zu niedrig sind. Man stelle sie entweder auf einen erhöhten Untersatz, wenn es auch nur ein Holzkasten wäre, — oder man verhüte wenigstens die erhitzende Nähe und das grelle Licht der Lampe dadurch, daß man mittelst eines Fadens ein Blatt Papier an dem Lampenschirme befestigt, welches den Anblick seiner weißen Fläche dem Auge des Lesenden oder Schreibenden verdeckt. — Die **Art des Lichtes** ist namentlich von Belang wegen der Färbung der Lichtstrahlen; je weißer das Licht ist, je mehr es also dem Tageslichte ähnelt, um so angenehmer wirkt es auf das Auge. Die gelbe Petroleumflamme verbessert man durch blaue Cylinder, wenn man dieselben zu erlangen vermag. Die wohlthuendste Beleuchtung ist die mittelst einer Mischung von Oel und Petroleum. (o.)

Auch die **Zeit des Sehens** ist bei andauernder Augenarbeit von großem Einflusse. Früh Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen, sowie unmittelbar nach einer Mahlzeit wird jede Anstrengung vom Auge mehr empfunden, und bringt demselben größere Ermüdung, weil zu beiden Zeiten das Auge minder mit Blut versorgt, daher auch in geringerem Grade ernährt wird; im ersteren

Falle ist der Stoffwechsel überhaupt geringer, im zweiten Falle wird ein großer Theil der Blutmenge von der Verdauungsarbeit in Anspruch genommen, und häuft sich in den Verdauungsorganen an. Aus ähnlichen Gründen ist unmittelbar nach einer größeren Anstrengung der Muskeln, und wäre es auch nur ein längerer Spaziergang, das Sehorgan zum Leisten strenger Arbeit ungeeignet. Das Gleiche gilt für Kranke, Genesende und Blutarme. Gerade unter solchen Verhältnissen wird durch angestrengte Seharbeit der Grund zu schwerer Krankheit gelegt. Selbst während oder nach heftigen Gemüthsbewegungen irgend einer Art ist die Augenanstrengung beim Sehen eine viel größere. — Aber auch der Rückfluß des Blutes darf nicht gehemmt werden, was durch enge Bekleidung des Halses oder starke Beugung des Kopfes nach vorn geschieht. Wegen des letzteren Umstandes strengen Beobachtungen am Mikroskope bei unrichtiger Haltung des Kopfes in hohem Grade an, abgesehen noch von dem kleinen Strahlenkegel, welchen dieses Instrument in das Auge sendet.

Endlich kann die Art der Beschäftigung dem Auge nachtheilig sein, einestheiles durch viel und unruhiges Licht, wenn man mit glänzenden Gegenständen arbeitet (Graveure, Uhrmacher, Feuerarbeiter), oder wenn man sehr kleine Gegenstände deutlich zu erkennen sich abmühen muß, z. B. beim Lesen kleiner Druckschrift. Die zu klein gewählten Spielsachen der Kinder, die auf graues Papier mit kleiner Schrift gedruckten Schulbücher sind in hohem Grade verderblich. Man beachtet überhaupt viel zu wenig, daß das Lesen viel mehr anstrengt als das Schreiben: denn der Schreibende weiß im Voraus, welche Schriftzüge er zu bilden hat und thut dies häufig mechanisch, ohne hinzublicken; — der Lesende hingegen muß das unerwartete und ihm noch Unbekannte sich deutlich machen; er bedarf also eines bestimmteren Gesichtseindruckes und somit größerer Anstrengung. Man sollte sich daher beim Lesen immer so setzen, daß man den Rücken der Lichtquelle des Fensters oder der Lampe zukehrt, und das Licht über die linke Achsel her einfallen läßt. Im Gehen oder während des Fahrens aber darf man nicht lesen, weil dann das Gedruckte oder Geschriebene durch kleine Erschütterungen hin und her bewegt, dem Auge undeutliche und schnell wechselnde Bilder liefert.

Erkrankungen des Auges kommen häufiger bei Männern vor, namentlich in der Zeit der Arbeitskraft und ziemlich gleichmäßig bei Gelehrten, Künstlern, Handwerkern und Tagelöhnern. Namentlich sind es Verletzungen, Erkrankungen der Linse und der Iris, denen die Männer ausgesetzt sind; während die Frauen häufiger an den Augenmuskeln und Lidern, sowie an der Bindehaut der Augen leiden. Die größte Zahl der Kranken fällt auf die Jahre vom 21. bis 30. Jahre, und dann betreffen die Krankheiten, wenn man beide Geschlechter zusammenzählt, am häufigsten die Linse, Hornhaut und Bindehaut, seltner Iris, Lider, Aderhaut und Netzhaut.

Nicht all zu selten geht durch eine Verletzung das Augenlicht verloren, wie durch Stein- oder Eisen-Splitter, durch Explosionen, durch Zurückschnellen eines elastischen Gegenstandes (eines Baumzweiges, einer Feder, eines Gummibandes) wobei das Zerreißen des Augapfels einen Theil des Glaskörpers und

der Augenfeuchtigkeit ausfließen läßt und das Zusammenfallen des Auges bewirkt, — oder durch Druck auf das Auge, sei es nun ein Faustschlag, sei es der Druck einer Hand. Mehr als eine Erblindung ist durch jenes übermüthige Kinderspiel hervorgerufen worden, bei welchem Jemandem von hinten die Augen zugehalten werden, während er nun rathen soll: wer es ist, der ihm die Augen verdeckt. Je mehr das Opfer des rohen Scherzes sich sträubt, um so fester drückt der Andere zu. Dabei wird die Form des Augapfels gewaltsam verändert, der Inhalt desselben gegen die zarte Nervenhaut gedrückt, und wenn dann der lästige Frager losläßt, so umgibt Dunkel Denjenigen, mit dem das Räthselspiel getrieben wurde: die Nervenhaut ist unempfindlich geworden, die Blindheit ist eingetreten — und bleibt, weil keine Macht der Erde im Stande ist, die fein und künstlich aneinander gefügten Stäbchen- und Körner-Schichten wieder zu ordnen, nachdem sie durch rohen Druck durch einander geworfen! —

---

a. Die »Meibom'schen Drüsen« erhielten ihre Benennung zu Ehren des Gelehrten, welcher sie entdeckt und zuerst beschrieben hat: Johann Heinrich Meibom, gestorben 1655. Er war ein deutscher Arzt, schrieb aber der Sitte seiner Zeit gemäss seinen Namen als Gelehrter lateinisch: Meibaumius. — **b.** J. Desormet, der Entdecker der nach ihm benannten Haut, welche die hintere und innere Fläche der Hornhaut überzieht, ward 1732 geboren und starb 1810 als Professor der Botanik und Anatomie, sowie als Alterspräsident (Doyen d'âge) der medicinischen Fakultät zu Paris. — In Frankreich wird diese Haut nach P. Demours benannt (vgl. Fig. 108, 4), einem Augenarzte in Paris, Mitglied der Academie; geb 1702, gest. 1795. Demours veröffentlichte 1770 einen Brief an Desormet: »Reflexions sur la lame cartilagineuse de la cornée.« — **c.** Eine ähnliche Verschiedenheit der Benennung findet sich bei dem zwischen »Hornhaut« und »Sehnenhaut« im Auge befindlichen kreisförmigen Blutgefässe, das in Frankreich als »Canal de Fontana« bezeichnet wird (Fig. 108, 6), in Deutschland als »Schlemm'scher Canal« (Fig. 103*). Fel. Fontana war ein berühmter Physiker und Naturforscher in Italien, welcher 1812 starb; seine Beschreibung der Blutgefässe des Auges ist nicht ganz klar, so dass es noch heute unentschieden ist, ob jener Canal wirklich von ihm entdeckt wurde. Dagegen sind die Beschreibungen des deutschen Anatomen Fr. Schlemm von solcher Bestimmtheit und klarer Darstellung, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass er den betreffenden Canal nachgewiesen hat. Schlemm hat 1821 und 1830 in Berlin Arbeiten über die Pulsadern des Antlitzes und des Kopfes veröffentlicht; er starb vor einigen Jahren. — **c*** Joh. Gottfr. Zinn war Professor in Göttingen, woselbst er 1759 starb. Er hat eine mit vielen Abbildungen versehene Anatomie des Auges veröffentlicht: »Descriptio anatomica oculi humani, iconibus illustrata. Ed. II. Gött. 1783. — **d.** Edm. Mariotte, der durch den sog. »Mariotte'schen Versuch« den »blinden Fleck« zur Kenntniss brachte, war Geistlicher, Philosoph und Naturforscher; er wurde in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts

zu Burgund geboren und starb 1704 zu Paris als Mitglied der Academie. Er zeichnete sich ebenso durch scharfsinnige Beurtheilung der Naturvorgänge aus, als durch gewandte experimentelle Untersuchungen. Seine Berechnungen des Gleichgewichtes flüssiger Körper, sowol der tropfbar, als der elastisch flüssigen, sind für alle Zeiten werthvoll geblieben. Die Physiker haben ihm zur Erinnerung einen von ihm entdeckten und formulirten Lehrsatz »das Mariotte'sche Gesetz« genannt: die Dichtigkeit der Luft verhält sich wie das auf ihr lastende Gewicht, d. h. wie die Kraft, welche sie zusammenpresst. — **e.** Der Entdecker des Augenspiegels ist Prof. Helmholtz; derselbe Forscher, dessen wir bereits bei den Untersuchungen über die Schnelligkeit der Nervenleitung (Seite 154) gedachten, und auf dessen Arbeiten wir beim »Gehör« und bei der »Sprache« wiederholt zurückkommen werden. — **f.** Diese, jetzt in der Praxis fast ausschliesslich benutzte Form des Augenspiegels wurde 1852 erfunden von E. A. Coccius, Professor der Augenheilkunde in Leipzig. — **g.** W. Kühne: Bericht des anatom.-hist.-med. Vereins zu Heidelberg, 5. Jahrg. 1877, und Centralblatt für die med. Wissenschaft 20. Januar 1877 Nr. 3. — **h.** E. A. Coccius, Ueber die Diagnose des Sehpurpur im Leben. Programm zum Andenken u. s. w. und Einladung zu der am 23. Juni 1877 . . . zu haltenden Rede. (Leipzig, Universitätsdruckerei von Engelmann). — **i.** F. Boll; Berliner acad. Monatsber. 1876 und Centralblatt für med. Wiss. 1877, 31. März, Nr. 13. — **k.** Bezüglich der Accommodation noch weiter auf Einzelheiten einzugehen, verbietet leider der Raum; zur weiteren Belehrung sei verwiesen auf die in lichtvoller Klarheit geschriebene werthvolle Abhandlung von E. A. Coccius »Mechanismus der Accommodation des menschlichen Auges, nach Beobachtungen im Leben«. (Leipzig, Teubner, 1868. 3 Mark) — **l.** Leonardo da Vinci (geboren 1452 in dem kleinen Flecken Vinci bei Florenz) war nicht nur ein berühmter Maler und als solcher der hervorragendste in der Florentiner Malerschule, sondern leistete auch Bedeutendes als Bildhauer und Architekt, wie in der Anatomie, Geometrie und Mechanik und wurde von den Zeitgenossen auch als Dichter und Musiker geschätzt. — **m.** Der erwähnte Kranke ist Arzt am Londoner Universitäts-Krankenhause, Dr. Georges Harley, und hat seine Beobachtung voriges Jahr selber veröffentlicht in »The Lancet Nr. 5, 1868«. Wegen eines Leidens der Netzhaut verblieb er 9 Monate hinter einander in vollständiger Finsterniss, in welcher er kein menschliches Antlitz, nicht einmal die Umrisse seiner eigenen Hand zu erkennen vermochte. Mit Besserung seines Zustandes ging er in ein weniger dunkles Zimmer, in welchem er 8 Monate verblieb. — **n.** »Philosophical Transact.« Part. 1. 1841. — **o.** Eingehende und ausführliche Beschreibung der für eine Mischung von »Erdöl« und »Rüböl« eingerichteten Lampe findet man in: »C. Reclam, Buch der vernünftigen Lebensweise«, zweite Auflage, Leipzig, 1876, Seite 307. — »Diese Lampe bietet die beste Beleuchtung, was Leuchtkraft und schönes, reines, weisses, dem Sonnenschein ähnliches Licht anbetrifft« und ist zum Privatgebrauche dem Gas vorzuziehen.

Das Hören.

[Unterschied zwischen Schall und Licht, Sehen und Hören. — „Aeußeres" Ohr: Auffangen des Schalles; — „Mittleres" Ohr: Fortleiten; — „Inneres" Ohr: Empfinden. — Gehör der Taubstummen.]

„Wessen Ohr nicht durch gute Reden zum Hören gehöhlt ist, der ist taub, — ob er gleich hört."
(Tamulischer Spruch.)

Der „Schall" verbreitet sich in anderer Weise durch die Luft, als das „Licht". — Nur das können wir sehen, was uns gerade gegenüber sich befindet oder dessen Bild ein Spiegel uns gegenüber auffängt: denn die Lichtstrahlen verfolgen immer gradlinige Bahnen. Die Schallwellen dagegen können in gerader Richtung und auch seitlich von dieser vordringen: sie gelangen daher auch auf dem Wege gekrümmter Linien zu uns; wir hören Geräusche oder Töne auch dann, wenn ein fester Gegenstand sich zwischen ihrer Ursprungsquelle und dem Hörenden befindet.

Wenn wir vor einer Gartenmauer stehen, so können wir recht gut hören, was auf der andern Seite der Mauer gesprochen wird; die Wellen des Schalles steigen aus dem Innern des Gartens an der Mauer empor, biegen oben um und gelangen zu unserm Ohre. Lichtstrahlen können nicht den gleichen Weg verfolgen, und folglich ist es uns nicht möglich, durch die Mauer zu sehen; deshalb gibt es für Lichtstrahlen einen „Schatten", das heißt, eine unbeleuchtete Stelle, an welcher ein undurchsichtiger Gegenstand die Lichtstrahlen auffängt und so ihr weiteres Vordringen hindert. Für die Schallwellen gibt es keinen Schatten; sie verbreiten sich überallhin, und nur die Entfernung setzt ihnen eine unübersteigliche Grenze.

Die Wellenbewegung, durch welche der Schall sich fortpflanzt, besteht in Verdichtung und Verdünnung der Luft, in welcher diese Welle sich in Kugelgestalt nach allen Seiten hin ausbreitet — ähnlich wie die Wellen auf der ruhigen Wasserfläche eines Teiches, wenn ein hineingeworfener Stein Wellenbewegungen anregt. Zur Fortleitung des Schalles gehört daher Luft von einer gewissen mittlern Dichtigkeit. Auf hohen Bergen vermag man in Folge dessen weder scharf noch weit zu hören: die Luft ist zu dünn, als daß die Schallwellen für ihre Fortbewegung in ihr ein zweckmäßiges Mittel fänden; aber mit Hülfe eines festen Körpers hört man sowol schärfer, als weiter.

Ein Versuch möge dies beweisen. Nehmen wir einen Stab, so lang als wir ihn heben und noch ohne zu große Mühe bewegen können; legen wir eine Taschenuhr auf den Tisch auf weiche Unterlage, z. B. auf ein vielfach zusammengelegtes seidenes Tuch; stellen wir uns jetzt vor den Tisch in solcher Entfernung hin, daß unser Ohr ungefähr um die Länge des Stabes von der Uhr getrennt ist, so werden wir das Ticktack-Geräusch der Uhr beim Gehen nicht hören, wenn es nicht zufällig ein besonders laut gehendes Werk ist. Nun legen wir aber den Stab mit dem einen Ende auf die Uhr, und an das andere Ende des Stabes bringen wir die Oeffnung unseres Ohres, wobei wir das Stabende ein wenig in das Ohr hineindrücken, — und sogleich vernehmen wir das Geräusch der gehenden Uhr fast ebenso deutlich, als ob wir sie dicht vor unser Ohr hielten! — Man muß aber die kleine Vorsichtsmaßregel beachten, Kopf und Stab so ruhig als möglich zu halten; denn eben deshalb, weil Holz viel besser den Schall leitet, als Luft, hören wir auch allerlei Dinge, die wir sonst nicht hören. Wenn wir mit dem Ende eines Stabes auf dem Glase einer Uhr kleine Bewegungen hin und her machen, so hören wir für gewöhnlich davon auch nicht die leiseste Spur eines Geräusches; ist aber der Stab dicht an unserem Ohre, werden also die in ihm hervorgerufenen Schallwellen uns durch das Holz unmittelbar mitgetheilt, so hören wir allerlei lästige Geräusche des Schabens und Kratzens bei der geringsten Bewegung, welche das Stabende auf dem Uhrglase macht. Unsere Gehörsempfindung wird also schärfer durch gute Zuleitung, und wir können uns mit diesem einfachen Mittel den Zustand eines scharf hörenden Thieres vergegenwärtigen, während wir nur mit Hülfe von Vergrößerungsgläsern im Stande sind, den Zustand eines Thieres uns vorzustellen, welches schärfer und weiter sieht, als wir.

Ein fester Gegenstand leitet auch den Schall in weitere Ferne, als die Luft. Schon vor Jahrtausenden wußte man, daß ein herannahender Reitertrupp aus weiter Ferne gehört werden könne, sobald man das Ohr auf den Erdboden auflegte; die alten Griechen und Römer benutzten in solcher Weise die gute Schalleitung durch feste Körper ebenso, wie heute die Krieger der Naturvölker in Afrika und Amerika, um die Kriegslist ihrer Feinde zu Schanden zu machen und sich vor einem nächtlichen Ueberfall zu wahren.

Den Eigenthümlichkeiten in der Fortleitung des Schalles entspricht die Einrichtung unseres Gehörorganes. Weil der Schall durch feste Körper besser geleitet wird, als durch Luft, fängt ihn unser Gehörorgan mit festen Körpern auf, — und weil der Schall Bogen beschreibt, braucht das Gehörorgan nicht an der Oberfläche des Körpers zu Tage zu liegen, sondern der empfindende Theil desselben liegt ziemlich tief im Innern des Hauptes. Diese tiefe Lage schützt das Gehörorgan vor äußeren Schädigungen, und wir bedürfen für dasselbe nicht besonderer „Schutzmittel", wie am Auge; man theilt in Folge dessen das Ohr nach den Verhältnissen seiner Lage ein in das äußere, mittlere und innere Ohr. Das äußere und mittlere Ohr fangen Schallwellen auf und leiten sie beide weiter an das innere Ohr; in letzterem breiten sich die empfindenden Nervenenden aus, welche die einwirkenden Schallwellen uns als Gehörsempfindung fühlen lassen.

Das äußere Ohr (Fig. 111, a) besteht aus Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell. — Die Ohrmuschel ist eine ziemlich dünne Knorpelplatte, mit ein wenig Fett und Haut überzogen, nebst den dazu gehörenden Blutgefäßen, Nerven, Hautdrüsen. Trotz ihrer Weichheit ist die Ohrmuschel in hohem Grade elastisch und widerstandsfähig. Sie gewinnt eine erhöhte Festigkeit durch dieselben Mittel, welche man jetzt anwendet, um aus verhältnißmäßig dünnem Metallblech Rettungsboote anzufertigen, deren Festigkeit trotz ungemeiner Leichtigkeit groß genug ist, um den andringenden Wellen Widerstand leisten zu können; dieses Mittel besteht für die Boote in „Kannelirungen", d. h. in faltenartigen Erhöhungen und Vertiefungen, des Bleches. Eben solche Falten zeigt unser Ohrknorpel in verschiedenen Leisten, Erhöhungen und Vertiefungen (Fig. 111, 1, 2, 3, 4), deren jede ihre besondere Benennung hat. Sie umgeben die innere längliche eigentliche Ohrmuschel (Fig. 111, 6), welche die Schallwellen auffängt und durch die äußere Gehöröffnung in den

äußern Gehörgang einleitet. Dieser dringt von der Ohröffnung aus in der Richtung nach innen und vorn in das Haupt ein. Der äußere Gehörgang (Fig. 111, 8) leitet die Schallwellen gegen eine dünne elastische Haut, welche sich an seinem Ende ausgespannt findet, etwas nach

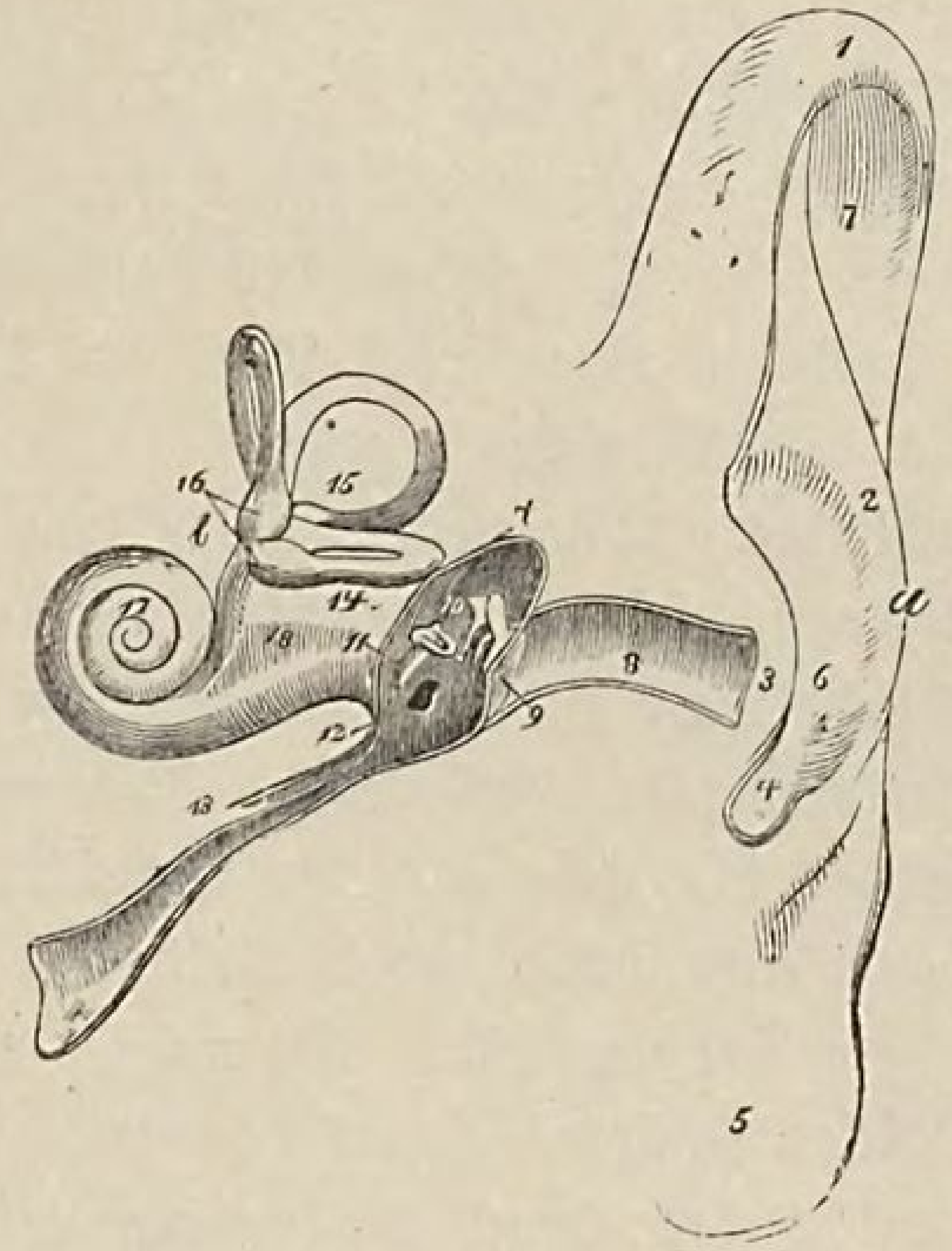


Fig. 111. Das Gehörorgan, von der Rückenseite, in seinen einzelnen Theilen von vorn und außen gesehen.

a Aeußeres Ohr, Ohrmuschel. — t Trommel oder Paukenhöhle. — l Labyrinth.

1 Helix, Ohrleiste. — 2 Anthelix, Gegenleiste. — 3 Tragus, vordere Ohrklappe. — 4 Antitragus, hintere Ohrklappe. — 5 Ohrläppchen. — 6 Ohrmuschel. — 7 Kahnförmige Grube. — 8 Aeußerer Gehörgang, führt gegen 9 das Trommelfell, welches den Gehörgang von der Paukenhöhle scheidet; in letzterer liegen 10 die drei Gehörknöchelchen Hammer, Ambos, Steigbügel in ihrer natürlichen Verbindung mit einander. — 11 Eine Vorragung im Innern der Paukenhöhle unterhalb des eirunden Fensters, welches durch den Tritt des Steigbügels geschlossen wird. — 12 Das runde Fenster. — 13 Die Ohrtrompete, tuba Eustachii, und an derselben der Halbkanal für den Muskel tensor tympani. — Vom innersten Theile des Ohres, vom knöchernen Labyrinthe, sieht man 14 den äußern, 15 den hintern, 16 den obern Bogengang und bemerkt bei l die flaschenförmigen Erweiterungen der Bogengänge, — ferner 17 die Schnecke und 18 den Vorhof, welcher die Mitte des Labyrinthes bildet, zwischen Bogengängen, Schnecke und Paukenhöhle.

innen und vorn geneigt den Gehörgang vollständig verschließt. Diese Haut ist das Trommelfell (Fig. 111, 9).

Das mittlere Ohr liegt hinter dem Trommelfell; es besteht aus der Trommelhöhle, in welcher sich die Gehörknöchelchen befinden, und aus der Ohrtrompete. Die Trommelhöhle (oder Paukenhöhle) ist ein

rundlicher, unregelmäßig gestalteter Raum mit verschiedenen Nebenhöhlen; durch das Trommelfell ist sie zwar gegen außen vollständig verschlossen, so daß Kälte, Staub, Wasser nicht in die Paukenhöhle eindringen können, allein mit der äußern Luft steht sie doch noch in Verbindung, wenn auch diese nur in erwärmtem, feuchtem Zustande zu ihr gelangen kann. Es führt nämlich die Ohrtrompete oder Eustachische Röhre (13) aus der Paukenhöhle in den obersten Theil der Mundhöhle, da wo diese letztere in die Nasenhöhle übergeht. Die Eustachische Ohrtrompete führt ihren Namen wegen ihrer trompetenähnlichen Form: sie ist dicht an der Paukenhöhle sehr eng, wird allmälig weiter und endigt in eine Art Trichter im Munde. (Die Tafel „Die inneren Organe des Menschen" zeigt die Einmündung der Ohrtrompete in die Mundhöhle. Unmittelbar unter dem Knochen des Oberkiefers in der Verlängerung seiner Längsachse und oberhalb des herabhängenden Zäpfchens sieht man auf dem Durchschnitte des Kopfes die von dem rechten Ohr herkommende Eustachische Trompete münden.) Die Schleimhaut des Mundes überzieht auch die Eustachische Röhre, macht sie im Innern warm, feucht und weich und bewirkt, daß durch sie nur feuchte und warme Luft in die Trommelhöhle eindringt. Aber es dringt doch überhaupt Luft ein; dieser Umstand sichert das zarte, dünne Trommelfell vor den Gefahren, welche der Druck der äußern Luft ihm etwa bereiten könnte; von heftigen Schallwellen könnte das Trommelfell eingedrückt oder doch durchlöchert oder sonst beschädigt werden. (Daher ist es eine alte und längst geübte Maßregel der Vorsicht, in unmittelbarer Nähe sich entladender Kanonen, Explosionen ꝛc. den Mund zu öffnen, damit ebensowol der Lufteindruck durch den äußern Gehörgang, als durch die Eustachische Ohrtrompete gegen das Trommelfell schlagen könne.)

Im Innern der Trommelhöhle liegen die drei Gehörknöchelchen (Fig. 111, 10), Hammer, Ambos und Steigbügel, so mit einander verbunden, daß der Hammer mit seinem Stiele an die Fläche des Trommelfells angewachsen ist, mit dem Kopfe auf dem Ambos aufliegt; er theilt so die Erschütterungen des Trommelfells dem Ambos mit, dieser übergibt sie dem Steigbügel, und letzterer überträgt sie auf eigenthümliche Weise an Flüssigkeit. Der Trommelhöhle gerade gegenüber nämlich liegt eine Knochenwandung, in welcher sich zwei Oeffnungen befinden, das runde Fenster (Fig. 111, 12), welches mit einer dem Trommelfell ähnlichen Haut verschlossen ist, und das ovale Fenster, welches der Steigbügel mit seinem Fußtritt verschließt. Dieser Verschluß ist mit

Hülfe von elastischer Haut so hergestellt, daß der Steigbügel ein wenig sich bewegen kann und seine Bewegungen dem im dahinter liegenden innern Ohre befindlichen Wasser als Erschütterungen mittheilt. —

Das innere Ohr führt seiner Vielgestaltigkeit wegen auch den Namen des Labyrinthes. In den Nerven, welche sich im innern Ohre befinden, nehmen wir die Gehörseindrücke auf. —

Das innere Ohr zeigt als mittelsten Theil den Vorhof, welcher unmittelbar hinter dem vom Fußtritte des Steigbügels verschlossenen ovalen Fenster der Paukenhöhle sich befindet. Vom Vorhof aus entspringen die drei Bogengänge des Labyrinthes (Fig. 111, 14, 15, 16), deren jeder mit einer kleinen Anschwellung an seinem Ende in den Vorhof übergeht. Diese Bogengänge sind mit einer dünnen Haut ausgekleidet, auf welcher zahlreiche Fasern des Hörnerven endigen; die Zellen dieser Haut sind mit feinen, haarähnlichen Spitzen versehen, deren Nutzen und Bedeutung noch unbekannt ist; ebensowenig vermag man zur Zeit den Einfluß zu bestimmen, welchen kleine Krystalle, der „Gehörsand“, haben mögen, die sich in dem Wasser befinden, welches den Vorhof und die Bogengänge ausfüllt. Auf der andern Seite mündet in den Vorhof ebenfalls eine kleine mit Wasser gefüllte Knochenröhre, welche dadurch auf kleinem Raume eine verhältnißmäßig bedeutende Länge birgt, daß sie spiralisch aufgerollt ist: die Schnecke (Fig. 111, 17). —

Blickt man in das Innere des aufgeschnittenen Labyrinthes (Fig. 112), so muß man gestehen, daß es den Namen eines „Irrganges“ nicht mit Unrecht trägt. Die drei Bogengänge, deren jeder in einer andern Ebene liegt, — die in mehr als 2½ Windungen in sich selbst aufgerollte Schnecke, — die längliche Höhle des Vorraumes, — sie geben beim ersten Anblick ein so wirres Bild, daß es schwer fällt, schnell eine klare Vorstellung ihres gesammten Innenraumes zu gewinnen. Das Bild wird aber deutlicher und leichter verständlich, wenn man es vereinfacht, indem man den Innenraum allein betrachtet, wozu die Anatomen folgendes einfache, scharfsinnig ausgedachte Hülfsmittel benutzen.

Da die Röhrengänge des innern Ohres ebenso wie der Vorhof eine gemeinsame vielgestaltige Höhle darstellen, so kann man sie nach dem Tode mit geschmolzenem Wachs vollständig ausspritzen. Dieses Wachs erhärtet beim Erkalten, und wenn man nun den Knochen, in welchem sich die Röhren befinden, durch passende Behandlung mit chemisch wirkenden Flüssigkeiten (mit Säuren) auflöst, so gelingt es schließlich, die gesammte

knöcherne Hülle zu entfernen, so daß nur der Ausguß der innern Höhle übrig bleibt. Dies zeigt Figur 113.

Wir sehen, daß die drei Bogengänge in drei Ebenen liegen, die sich unter rechtem Winkel schneiden. Der obere (Fig. 113, 7) liegt in einer senkrechten Ebene in der Richtung von vorn nach hinten; — der hintere Bogengang (Fig. 113, 5) in einer senkrechten Ebene von rechts nach links, und der dritte, der wagrechte Bogengang (Fig. 113, 10) trägt in seiner Bezeichnung zugleich den Namen der Ebene, in welcher er sich befindet. Dicht neben der Stelle, wo er in den Vorhof eindringt, liegt das ovale Fenster (Fig. 113, 1), welches durch den Tritt des Steigbügels verschlossen worden war und dessen Vertiefung sich natürlich im Abguß als Erhöhung darstellen muß. Weiter nach unten sehen wir das runde Fenster (Fig. 113, 2) und auf der den Bogengängen entgegengesetzten Seite befindet sich die Schnecke, deren Abguß in der That mit dem Gehäuse unserer Gartenschnecke große Aehnlichkeit hat.

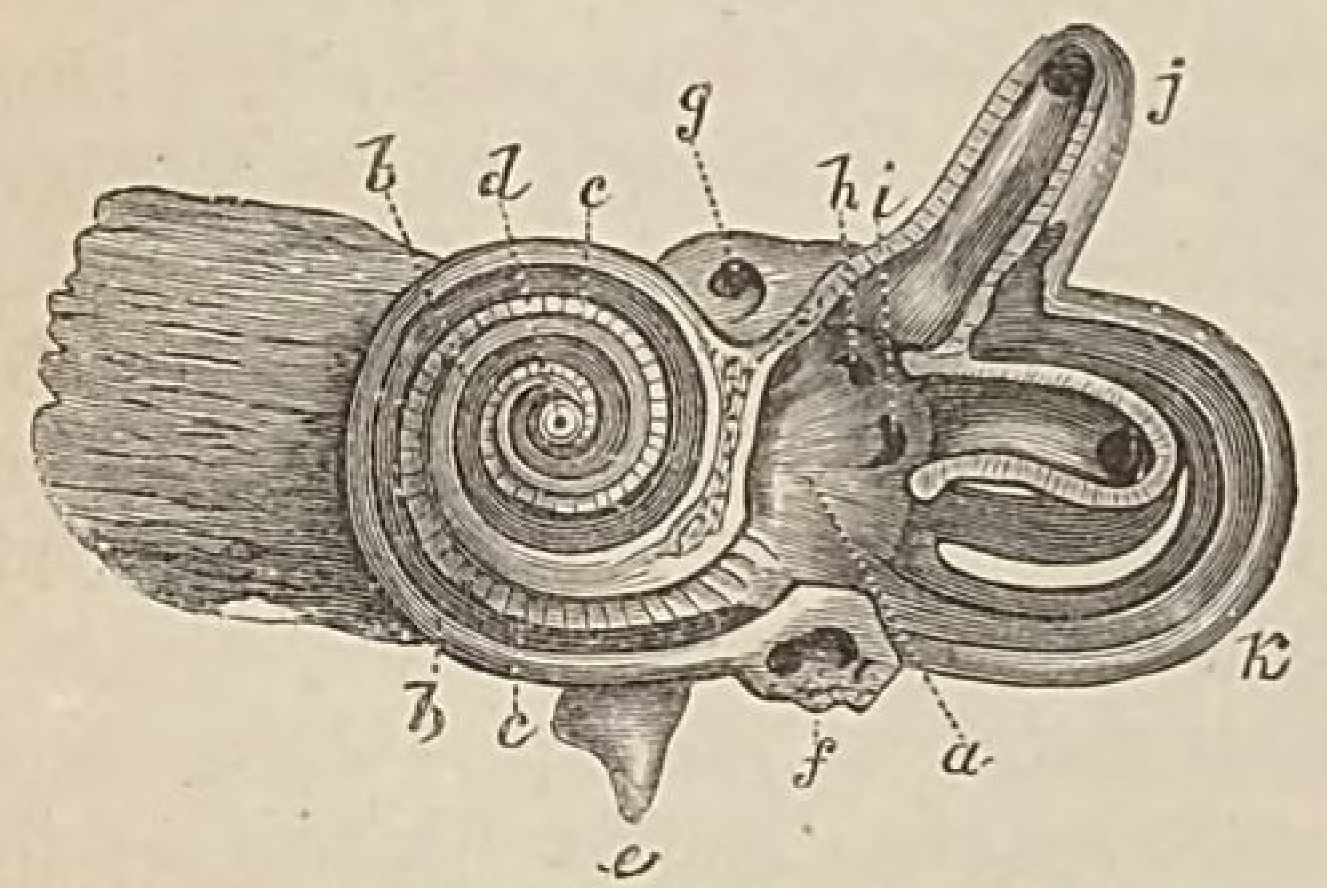


Fig. 112. Das Innere des Labyrinthes.

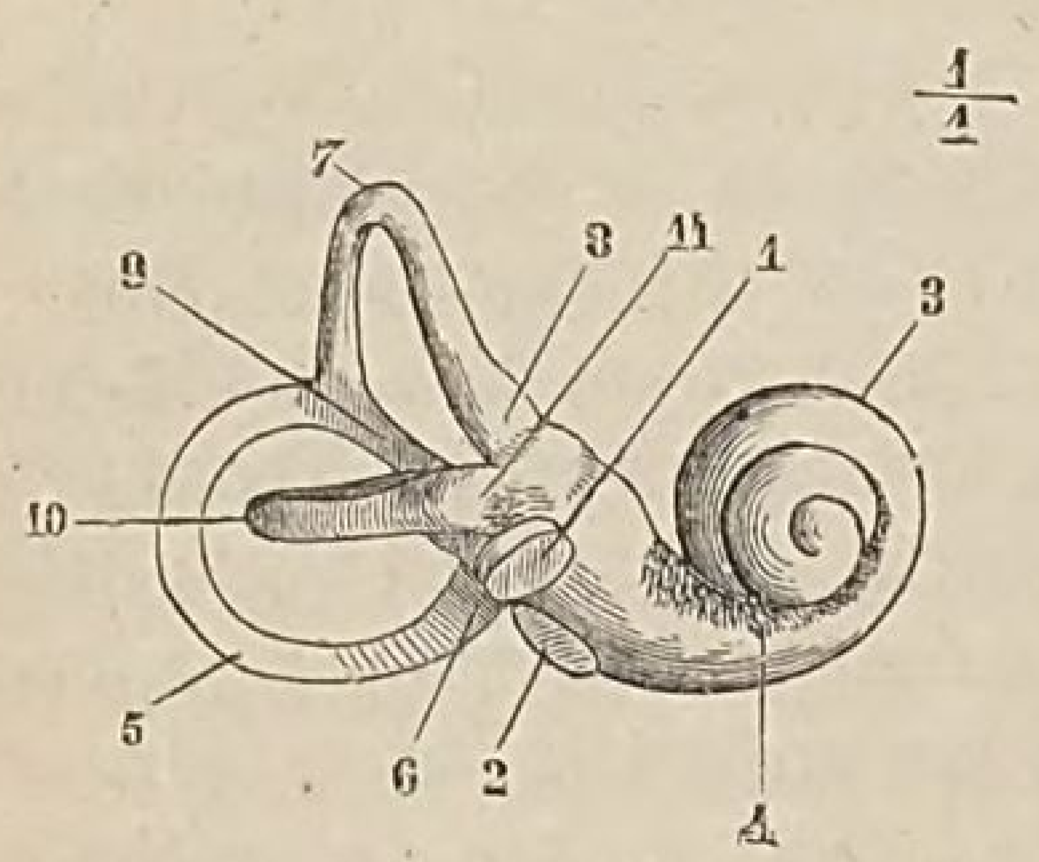


Fig. 113. Abguß des Innenraumes vom Labyrinthe.

In der Schnecke befinden sich die empfindenden Organe: die letzten Enden des Gehörnerven. Soll ein Schall zu unserer Auffassung gelangen, so müssen die Schallwellen durch das „äußere" und „mittlere" Ohr so in das „innere" geleitet werden, daß sie in der Schnecke die ausgebreiteten Endorgane der Hörnerven treffen. Diese Zuleitung ist sehr einfach, was den äußern Gehörgang

anbetrifft; die eindringenden Schallwellen gelangen so weit vorwärts, bis ihnen am Innenrande das quer ausgespannte Trommelfell den Weg versperrt. Von nun an wird jedoch die Fortleitung eine ganz andere; die Verdichtungswellen des Schalles werden in Beugungswellen umgewandelt.

Wenn in der Luft irgend ein Schall, ein Ton, ein Geräusch hervorgebracht wird, so pflanzt sich dasselbe, wie bereits erwähnt, in ähnlicher Weise weiter fort, wie die Bewegung eines in einen ruhigen Teich hineingeworfenen Steines in immer größeren Kreisbewegungen sich fortpflanzt. Der Schall (z. B. ein durch Pfeifen hervorgebrachter Ton) wird aber nicht von oben durch die ruhige Oberfläche in das Luftmeer hineingeworfen, sondern er wird nahe der Oberfläche der Erde, also innerhalb des Luftmeeres, nahe am Boden desselben, hervorgebracht; er kann mithin nicht in Kreisen auf einer Fläche sich fortpflanzen, — sondern weil inmitten einer elastischen Flüssigkeit, in „körperlicher" Gestalt, und zwar in derjenigen Körperform, welche der Achsendrehung eines Kreises um sich selbst entspricht, also in der Form der Kugel. Pfeifen wir mit unsern Lippen einen Ton, so verbreitet sich der Schall dieses Tones gleichzeitig nach oben und nach unten und nach allen Seiten; wir befinden uns dann im Mittelpunkte einer von unsern Lippen ausgehenden Hohlkugel als Schallwelle, welche, immer größer werdend, so lange fortschwingt, bis die Gewalt des Anstoßes, welche wir durch unsern Pfiff gegeben haben, nicht mehr ausreicht, die immer größer werdende Oberfläche der Kugel in Bewegung zu setzen. — Das Vordringen des Schalles in Kugelform bewirkt, daß wir um die Ecke hören können; durch das schließlich eintretende Mißverhältniß zwischen der Gewalt des ersten Anstoßes und der Größe der Schallwellenkugel wird die Entfernung begrenzt, in welcher wir noch hören können, so daß wir z. B. den Schall eines „Knallbonbons" kaum zwei Zimmer weit hören, während der in ganz ähnlicher Weise durch eine Explosion hervorgebrachte Schall einer abgeschossenen „Kanone" noch sehr deutlich auf zwei Meilen Entfernung gehört werden kann, wenn die Windrichtung die vordringenden Schallwellen nicht zerstört, sondern zu uns trägt.

Die kugelige Schallwelle rückt in der Luft weiter vor; das heißt, sie setzt die Luft in Bewegung: denn jede entstehende „Welle" ist ja nichts Anderes, als eine bestimmte, gesetzmäßig vor sich gehende Bewegung desjenigen Gegenstandes, in welchem sie entsteht. Wenn wir aber irgend einen Gegenstand, z. B. einen Stuhl, bewegen wollen, so rücken wir ihn

auf eine andere Stelle, schieben ihn zur Seite, tragen ihn vor uns her, heben ihn in die Höhe ꝛc. Ebenso würde die Schallwelle mit der sie umgebenden Luft verfahren, wenn dies möglich wäre; allein die Luftschicht, welche sie bewegen will, ist wiederum von Luft auf allen Seiten umgeben, und so wenig wir einen Stuhl bewegen können, der inmitten eines Dutzend anderer Stühle sich befindet, ebensowenig kann eigentlich ein Lufttheilchen bewegt werden, welches von allen Seiten mit Luft umgeben ist. Da jedoch die Luft eine elastische Flüssigkeit ist, so kann sie zusammengedrückt und ausgedehnt werden; die vorrückende Schallwelle braucht daher nicht nur auf die benachbarte Luft zu drücken, sondern sie kann sich in dieselbe hineinpressen, sie kann hierdurch die Luft, die ihr entgegensteht, verdichten, (während dieselbe sich dahinter verdünnt) — und so bestehen dann die kugelförmig vorschreitenden Schallwellen aus nichts Anderem, als aus verdichteter Luft. Sie heißen eben deshalb „Verdichtungswellen“.

Außer den Verdichtungswellen dienen zur Fortpflanzung des Schalles auch „Beugungswellen“. Wenn man einen elastischen gespannten Faden, z. B. eine Darmsaite oder einen Metalldraht, in seiner Mitte zur Seite drückt und ihn so aus der geraden Lage in eine gebogene versetzt, so wird der Faden in dem Augenblicke, wo die ihn zur Seite drückende Kraft nachläßt, vermöge seiner Elasticität zunächst wieder gerade werden, wie vorher, und dann unmittelbar darauf nach der entgegengesetzten Seite sich ausbeugen; dann kehrt er wieder zurück nach der Seite, nach welcher er gedrückt worden war, schnellt hierauf abermals auf die entgegengesetzte Seite und schwingt nun so lange hin und her, bis die Kraft des ersten Anstoßes durch den Widerstand verbraucht ist, welchen der Zug der elastischen Saite bietet. Bei diesen Querschwingungen, welche man an den Saiten einer Guitarre, einer Violine, eines Claviers deutlich sehen kann, entwickelt die schwingende Saite einen Ton, und zwar denjenigen Ton, der ihr bei Schwingungen ihrer ganzen Länge zukommt, also den tiefsten Ton, welcher sich nach Maßgabe ihrer Spannung auf ihr hervorbringen läßt.

Wir hören diesen Ton, auch wenn wir entfernt von der schwingenden Saite stehen: die Querschwingungen der pendelartig sich schnell hin und wieder bewegenden Saite werden also der Luft übertragen und von dieser als Verdichtungswelle weiter befördert in Form von Hohlkugeln aus wechselsweise verdichteten und verdünnten Luftschichten. Dies ist für unsere Gehörswahrnehmungen wichtig, denn könnten die Querwellen fester,

elastischer Körper nicht in die Verdichtungswellen der elastisch flüssigen Luft sich umsetzen, so vermöchten wir nur in der unmittelbarsten Nähe oder durch Uebertragung eines festen Körpers (wie beim Wahrnehmen des Tickens einer Uhr mittelst eines Stabes, S. 305) zu hören.

Im menschlichen Ohre findet die entgegengesetzte Umsetzung statt: die Verdichtungswellen der Luft dringen durch den äußern Gehörgang bis an das Trommelfell, und da werden sie umgesetzt in Querschwingungen und als solche von den Gehörknöchelchen weiter geführt und an die im Labyrinthe befindliche Flüssigkeit übertragen.

Diese Umsetzung geschieht zunächst dadurch, daß das Trommelfell durch die Verdichtungswellen, welche an dasselbe anschlagen, ähnlich wie eine tönende Saite in Hin- und Herschwingungen versetzt wird, und damit gehen schon die Verdünnungs- und Verdichtungswellen in Beugungswellen über. Damit aber das Trommelfell um so mehr von diesen Wellen aufnehmen könne, vermögen wir es stärker und schwächer anzuspannen. —

Jede gespannte Saite oder gespannte Haut wird am leichtesten zum Mittönen gebracht, wenn die Schallwellen desjenigen Tones auf sie wirken, den sie selber vermöge ihrer Spannung hervorbringen kann. Man braucht nur in der Nähe der Saiten eines Claviers einen Ton zu singen, zu pfeifen, zu blasen, zu geigen, und man wird immer als Nachhall denselben Ton aus dem Instrumente heraustönen hören, weil durch die in das Clavier eindringenden Schallwellen eben nur diejenige Saite in Mitschwingungen versetzt wurde, welche einen Eigenton von gleicher Tonhöhe besitzt. Man kann aber den Eigenton einer Saite oder einer gespannten Haut durch stärkere Anspannung erhöhen, durch geringere erniedrigen, — wie bekanntlich beim Stimmen der Saiteninstrumente ebensowol, als der Trommeln und Pauken geschieht. So können wir auch mit Hülfe eines kleinen Muskels, der am Hammer angewachsen ist, das Trommelfell in höherem oder geringerem Grade anspannen, dadurch willkürlich den Eigenton desselben erhöhen und ihn dem Tone nähern, welcher von außen an das Trommelfell anschlägt. Je zweckmäßiger das Trommelfell durch jenen kleinen Muskel gespannt wird, je genauer wir also den Eigenton des Trommelfells dem gehörten Tone anpassen, um so besser wird das Trommelfell die Schallwellen auffangen können und um so deutlicher werden wir in Folge dessen hören.

Die Schallschwingungen des Trommelfells werden auf die Gehörknöchelchen übertragen. Diese bilden eine Kette aus drei unter sich durch

Gelenke verbundenen Knochen. Ein einziger kleiner Knochen würde allerdings die Schallwellen auch weiter leiten können, ja vielleicht noch besser; aber ein einziger Knochen würde es nicht gestatten, daß das Trommelfell wechselnd gespannt, das heißt nach innen gezogen würde, ohne daß das Ende dieses am Trommelfell befindlichen und mit demselben bewegten Knochens durch das ovale Fenster heftiger auf das Labyrinthwasser drückte. Indem dagegen der Hammer sich auf dem Ambos etwas dreht, wenn der „Trommelfellspanner" seinen am Trommelfell angewachsenen Stiel nach innen zieht und dadurch das Trommelfell spannt, wird es vermieden, daß der Steigbügel zu stark in das ovale Fenster gepreßt wird; und sollte ja die Bewegung des Hammers eine zu schnelle und plötzliche sein, so dient noch das kleine Gelenkchen zwischen Steigbügel und Ambos zur Ausgleichung. —

Der Nutzen dieser Einrichtung ist leicht ersichtlich. Bei der großen Empfindlichkeit, welche die letzten Enden unserer Sinnesnerven besitzen, kam es vor Allem darauf an, äußere Eindrücke zu mäßigen, damit nicht das Gefühl des Schmerzes die Wahrnehmung der Empfindung übertäube; deshalb befinden sich die Tastnerven, wie erwähnt, in kleinen fingerhutartigen Höhlen der äußern Haut, — deshalb werden die Lichtstrahlen in übergroßer Menge durch die Bewegungen der Iris abgefangen und durch die Zapfen nur in einer bestimmten Weise den empfindenden Organen der Sehnervenhaut übertragen, — deshalb werden auch Pressungen durch Muskelkraft, und seien sie noch so gering, von den empfindenden Nerventheilen des Ohres fern gehalten und selbst die Schallwellen gemäßigt. Zum Letztern dient theils der enge äußere Gehörgang, welcher die übermäßigen Schallwellen ähnlich beseitigt, wie die Iris die übermäßigen Lichtstrahlen, — theils die Gelenksverbindung der einzelnen Gehörknöchelchen unter einander, vermöge deren sie seitliche Ausbeugungen machen können, — theils das nur mit einer dünnen, dem Trommelfell ähnlichen Haut verschlossene runde Fenster, welches den Druck des Steigbügels auf das Labyrinthwasser mäßigt; denn sobald der Steigbügel gegen das ovale Fenster drückt, wölbt sich die Haut, welche über das runde Fenster gespannt ist, nach außen. Diese Wölbung gestattet also dem Wasser im Labyrinthe, dem Drucke nachzugeben und auszuweichen, ohne daß es in seiner Menge vermindert oder vermehrt wird.

Außerdem haben die Gehörknöchelchen für uns noch den Nutzen, die Wahrnehmungen des Schalles zu vereinfachen. Wenn die vom Trommel-

fell aufgenommenen und dem Hammer mitgetheilten Schallschwingungen auf den Ambos übertragen werden, so muß ein Theil der Schwingungen verloren gehen; ebenso muß ein Theil der Schwingungen beim Uebergange vom Ambos auf den Steigbügel durch die Gelenk-Verbindung der Gehörknöchelchen verloren gehen, so daß mithin eine erhebliche Menge der Schallwellen, welche von der Außenwelt in unser Ohr gelangen, beim Durchgange durch die Kette der drei Gehörknöchelchen unwirksam gemacht wird. Demgemäß würden also die Gehörknöchelchen den weitern Nutzen haben, alle überschüssigen Schallwellen zu beseitigen und nur diejenigen weiter zu führen, welche in der Längsrichtung eines harten Körpers sich weiter leiten lassen. Dies hat für unsere Gehörswahrnehmung den Nutzen, daß wir statt der vielfachen verworrenen Töne und Geräusche, die uns beständig umgeben, nur einzelne Reihen von Schallwellen deutlich wahrnehmen können. Die Gehörknöchelchen verrichten also für das Ohr denselben Dienst, welchen die Fläche der Iris für das Auge ausführt: wie diese die überflüssigen Lichtwellen abhält und uns vorzugsweise durch den Mittelpunkt der Linse in gerader Richtung sehen läßt, so halten die Gehörknöchelchen den größten Theil derjenigen Schallwellen ab, welche in ähnlicher Weise die Vorstellung unserer Gehörsempfindungen zu einer unklaren, verworrenen machen würden, wie es die von der Seite her auf die Linsen eindringenden Lichtwellen in Bezug auf die Gesichtswahrnehmungen thun. Auf die Wirksamkeit der Gehörknöchelchen haben die an ihnen sich ansetzenden kleinen Muskeln erheblichen Einfluß. (a.)

Das Wasser leitet den Schall nicht durch Verdichtungs- und Verdünnungswellen, wie die Luft, noch durch Quer- oder Längsschwingungen, wie feste Körper, sondern durch „Erzitterungswellen" (oscillirende Wellen), so genannt, weil jedes einzelne Theilchen, aus dem die Wassermasse besteht, in zitternde Bewegung gebracht wird und diese Bewegung den benachbarten Wassertheilchen mittheilen muß, damit durch das Fortpflanzen dieser Bewegung eine Verschiebung der einzelnen Theile bewirkt werde und die auf und nieder gehenden Wellen zu Stande kommen. Die einzelnen Wellenberge und Wellenthäler entstehen also durch eine für sich bestehende, gewissermaßen selbstständige Bewegung aller einzelnen Flüssigkeitstheilchen. Wenn wir die Wellen eines Teiches, den Wellenschlag der See betrachten, so nehmen wir wohl schon an seinen Formen wahr, daß es ein anderer ist, als der Wellenschlag, den man etwa auf einer großen, ausgebreiteten, aber nicht straff gehaltenen Leinwand hervorbringen kann (b.), aber der

Unterschied beider liegt noch tiefer. Wenn wir ein großes Tischtuch ausbreiten und die eine Ecke desselben schnell mit der Hand aufwärts und abwärts bewegen, so können wir in dem Tuche Wellen von unserer Hand aus nach der entgegengesetzten Seite gleiten lassen, — aber dabei sind die einzelnen Fäden, aus denen das Tuch besteht, nur wenig betheiligt: sie werden nicht anders von der bewegenden Welle hin und her geschoben, als wir sie mit unserer Hand hin und her schieben können. Wenn wir dagegen auf einer Wasserfläche eine Wellenbewegung hervorrufen, so übertragen die von uns in Bewegung gesetzten Wassertheilchen selbstständig die empfangene Bewegung auf ihre Nachbarn; diese empfangen die Erzitterung und geben sie wieder weiter, — als Gesammtausdruck der innern Bewegung in der Wassermasse sehen wir Berg und Thal der Wellen entstehen. Jedes einzelne Wassertröpfchen hat dabei seine durch den Anstoß hervorgerufene zitternde Bewegung mitgemacht, und sobald es dieselbe ausgeführt und auf seinen Nachbar übertragen hat, wird es wiederum ruhig. Es ist also, als ob die ganze Masse des Wassers nach und nach vorübergehend aus einem Schlafe erweckt würde zu kurzem Leben und Bewegen, — und sobald die Bewegung ausgeführt ist, erlischt das Leben; die Ruhe des Schlafes kehrt wieder.

Durch dieses eigenthümliche Verhalten beim Fortleiten der Wellenbewegungen scheint sich das „Wasser" ganz besonders dazu zu eignen, die Schallwellen auf unsere Nerven zu übertragen. Ist die Wassermasse in Erschütterung versetzt, so leitet sie den Anstoß als Zitterwelle fort, bis er an das Hinderniß eines harten Körpers gelangt; an diesen anschlagend, geht ein Theil der Wasserbewegung verloren, indem er sich an jenen Körper überträgt, ein anderer Theil aber prallt zurück, und in ähnlicher Weise, wie die vorwärts rollende Billardkugel von der gepolsterten Umfassung der Billardtafel zurückprallt, so wird auch die Wasserwelle von einer glatten, ebenen Wand unter gleichem Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie auf die Wand auftraf.

Diesen eigenthümlichen Gesetzen der Wellenbewegung des Wassers trägt das mit seiner Flüssigkeit erfüllte Labyrinth in seiner Gestaltung sichtlich Rechnung. Der Steigbügel verschließt mit seinem Tritt das ovale Fenster nur unvollkommen; rings um ihn ist bis zur Fensterwand ein schmaler Streifen Haut noch angewachsen, deren Ausdehnbarkeit dem Steigbügel einige Bewegungen nach innen und außen gestattet. Dabei drückt er auf das Wasser, welches den Innenraum des Labyrinthes füllt. Jede

Schallwelle, welche in unser äußeres Ohr eindringt und vom Trommelfell aufgefangen auf die drei Gehörknöchelchen übertragen wird, bewirkt einen kurzen schwachen Druck des Steigbügels in das ovale Fenster hinein auf das Labyrinthwasser. Dieser Druck wird vom Wasser als Erzitterungswelle weiter geleitet und trifft also, in das Innere der gewundenen Schneckengänge eindringend, auf die daselbst ausgebreiteten Endorgane des Gehörnerven, wo wir ihn fühlen und als Schall wahrnehmen (c.). Diese Erzitterungswelle des Wassers wird aber auch zurückgeworfen nach der andern Seite, und würde, von dieser abermals zurückkehrend, als neue Welle durch schwächere Schallwellen in der Schnecke empfunden werden; — wir würden jeden einzelnen Ton mehrmals wahrnehmen; — das Wasser unseres Labyrinthes würde längere Zeit hin und her wogen, bis es endlich in Ruhe gekommen wäre, und unsere Gehörswahrnehmungen würden sehr verworren sein, wenn nicht Mittel im Ohre angebracht wären, die Erregung des Labyrinthwassers augenblicklich zu beruhigen. Dieses Mittel bieten die drei Bogengänge.

Wenn ein Paukenschläger durch Anschlagen des Paukenfells einen Schall seiner Pauke entlockt hat, so klingt der Schall längere Zeit fort, so lange, als noch das Fell der Pauke in seinen einmal hervorgerufenen Querschwingungen verharrt. Will der Paukenschläger, daß der Ton nicht mehr forthalle, so berührt er die Oberfläche des ausgespannten Felles, damit hemmt er die Querschwingungen, also auch den Ton. Dasselbe Mittel ist in unserem Ohre angebracht. Die Bogengänge sind der Hemmungsapparat, welcher die Schallwellen verschwinden macht, und die Berührung, durch welche die zitternden Schwingungen des Wassers beseitigt werden, führen die Schallwellen selbst aus.

Werden die Schallschwingungen zurückgeworfen von der Umgebung des Einganges in der Schnecke nach der entgegengesetzten Seite, so gelangen sie nach den drei Bogengängen. Diese münden mit erweiterten Oeffnungen in den Hohlraum des Labyrinthes, — und zwar jeder Bogengang mit zwei Oeffnungen, mit Anfang und Ende zugleich. Trägt also das Labyrinthwasser eine Schallwelle gegen die Bogengänge hin, so muß die Schallwelle in beide ihr zugekehrte offene Enden jedes Bogenganges gleichzeitig eindringen, sie wird also in beiden Armen des Bogenganges zugleich fortschreiten bis in die Mitte des Bogens, und da werden sich beide Wellen treffen; beide sind von gleicher Stärke, denn sie haben gleichen Ursprung; beide kommen aber aus entgegengesetzter Richtung auf einander, und indem

sie gegen einander antreffen, heben sie sich auf, und das Wasser wird ruhig. In den Bogengängen verschwinden also die Schallwellen; sie verschwinden, weil gleichzeitig von zwei verschiedenen Seiten die Bewegung des Wassers an einander trifft und in einander übergehend sich gegenseitig vernichtet.

Man beobachtet diese Vernichtung zweier Strombewegungen des Wassers im Großen an der Mündung jedes Flusses in das Meer. Der äußere Ausdruck und Maßstab für die Bewegungskraft, welche daselbst vernichtet wurde, findet sich in den Sandbänken. — Jeder Fluß führt Sand und Erde in ziemlicher Menge mit sich. Diese Sandtheilchen sind zwar schwerer, als das Flußwasser, sie könnten mithin eigentlich nicht in demselben schwimmen, sondern müßten zu Boden sinken, wenn nicht das Wasser des Flusses sich schnell vorwärts bewegte und die Macht der Strömung hinreichte, das Gesetz der Schwere zu überwältigen, so daß der Sand mit vorwärts gerissen wird. Wenn nun der Fluß in das Meer einmündet, so stößt ihm die Fluth der Meereswogen entgegen, welche gegen das Land hin anschlagen. Die Gewalt des Flusses kämpft gegen die Meereswogen an, — das Flußwasser strömt, eine Strecke weit seinen Sand mit sich fortreißend, in die Meereswogen hinein, — bis es so weit geströmt ist, daß der Druck seiner Strömung nur noch gerade gleich groß ist, wie der Druck der ihm entgegenstauenden Meereswellen. Dann heben die beiden entgegengesetzten Bewegungen einander auf, die strömenden Wasser werden ruhig; die Meereswogen dringen nicht mehr in das süße Flußwasser hinein, das Wasser des Flusses nicht weiter in das Salzwasser des Meeres, — und an dieser Stelle wird der Sand nicht mehr fortgerissen, sondern er folgt nun in dem ruhigen Wasser seiner Schwere, sinkt zu Boden, und die Anhäufung solchen Sandes nennt man Sandbank. Das ganze sumpfige Delta des Mississippi verdankt seine Entstehung diesen Verhältnissen, und die große Stadt Galveston ist auf einer solchen Sandbank errichtet. Dieselben Gesetze aber, welche für Bewegung und Hemmung der Flüssigkeiten bei den riesigen Wogen des Meeres gelten, dieselben Gesetze haben auch ihre Geltung bei den kleinen Erzitterungen des Wassers im Labyrinthe unseres Gehörganges.

Die Schnecke im Labyrinthe birgt in ihren sich verengenden Kreiswindungen den eigentlichen Empfindungsapparat des Gehörnerven; die Schnecke des Labyrinthes ist der Ort, an welchem wir die Schallwellen empfinden. — Die hohlen, mit Wasser erfüllten Windungen der Schnecke

sind aber nicht einfach, sondern durch eine in der Mitte des Hohlraumes der Windung fortlaufende Spiralleiste ist der mit Wasser gefüllte schneckenförmig gewundene Hohlraum in zwei Theile getheilt (Fig. 114), so daß, wenn wir die Schneckengänge am Durchschnitte der Schnecke zählen, statt der drei, wie sie sich von außen (Fig. 113) darstellen, deren sechs gefunden werden. Innerhalb dieses Raumes verbreitet sich der Gehörnerv, endigt jedoch nicht in so einfacher Weise, als man früher dies zu sehen glaubte und wie der Zeichner es in Fig. 114 abzeichnete.

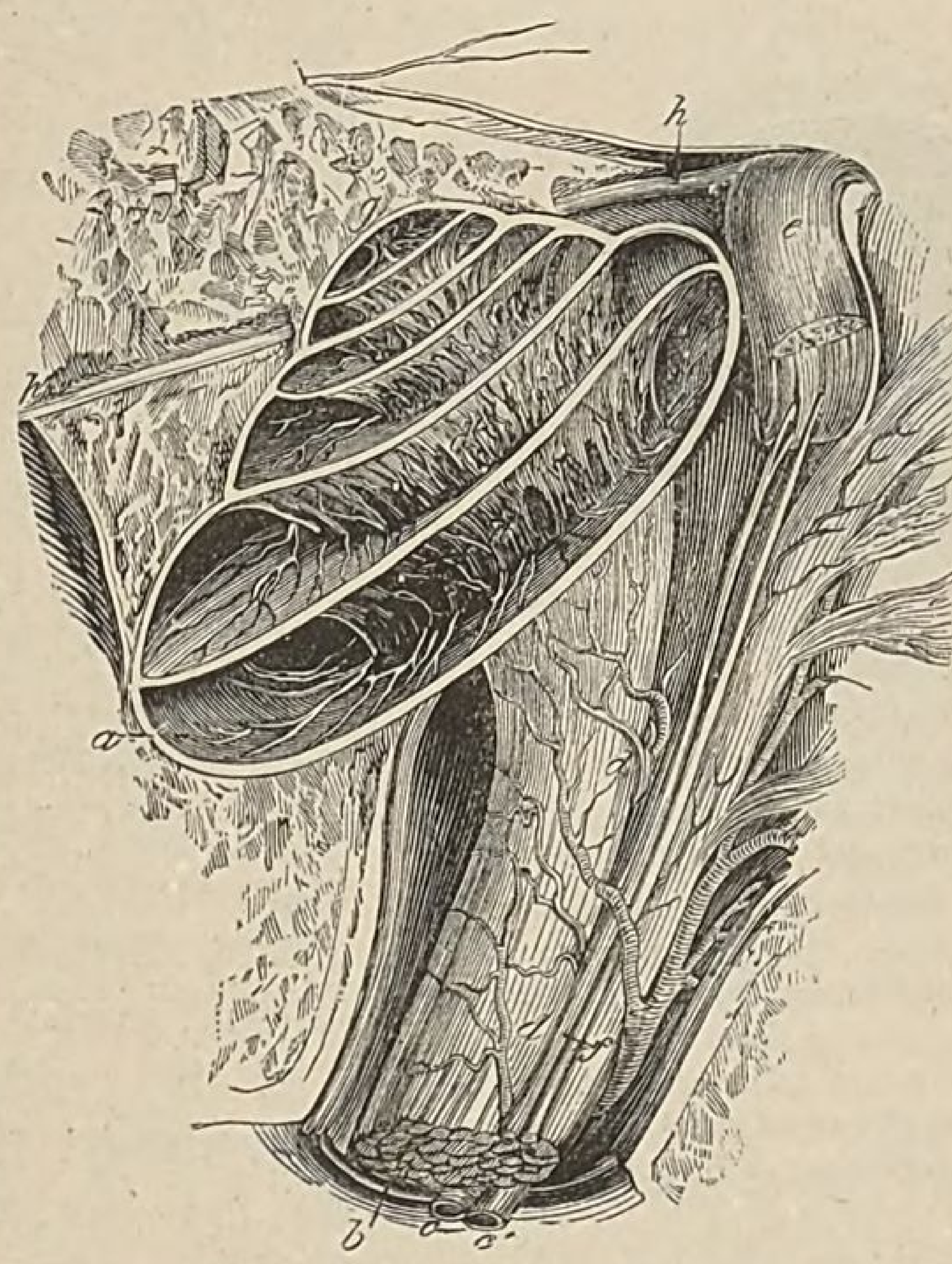


Fig. 114. Geöffnete Schnecke.

Durchschneidet man einen Schneckengang und betrachtet den Durchschnitt mit unseren heutigen vervollkommneten Instrumenten (Fig. 115), so sieht man, daß die Verhältnisse ungleich verwickelter sind, und daß namentlich die mittlere Spiralseite nicht einfach ist, sondern doppelt.

Der Durchschnitt zeigt uns den großen Hohlraum des untern Spiralganges (Fig. 115 B); der obere Hohlraum ist durch eine schräg aufgespannte Haut (Fig. 115, 10) in zwei Theile geschieden (Fig. 115, A. C).

Der Hörnerv tritt von innen zu den Spiralgängen der Schnecke an der Stelle, an welcher die Scheidewand sich befindet (Fig. 115, 12), und diese Scheidewand selbst ist doppelt, so daß sie zwischen ihren einzelnen Blättern einen kleinen Hohlraum enthält (Fig. 115, D), der ebenfalls als Spiralgang sich fortwindet. In diesem kleinen Hohlraume liegt das eigentlich empfindende Organ: die letzten Endigungen des Hörnerven, nach seinem Entdecker „das Corti'sche Organ" genannt (Fig. 115, 9).

Man muß die beiden Zwischenlamellen und den von ihnen umschlossenen Hohlraum nebst dem Corti'schen Organ stärker vergrößern, will man die Einzelnheiten auf dem Querschnitte erkennen (Fig. 116). Man sieht den Hörnerven eindringen (Fig. 116, 6) und unmittelbar nach seinem Eintritte theils in Nervenfasern sich ausbreiten (Fig. 116, 26 und 27), theils in Verbindung treten mit schräg emporsteigenden Gebilden, welche man die Fasern erster Reihe nennt (Fig. 116, 15); diese stehen ihrerseits in einer gelenkartigen Verbindung mit den Fasern zweiter Reihe (Fig. 116, 16), welche in schräg herabsteigender Richtung liegen. Es sind dies steife, elastische Gebilde, welche recht wol in Mitschwingungen versetzt werden können, wenn die Haut, auf der sie sich befinden, in Schwingungen geräth. Namentlich gilt dies von den Fasern zweiter Reihe oder, wie man sie auch nennt, den äußeren Gliedern des Corti'schen Organes, welche gerade in der Mitte der Haut aufliegen, also da, wo die Schwingungen am ausgiebigsten sein müssen. Wenn das Corti'sche Organ, wie unzweifelhaft erscheint, die durch Trommelfell, Gehörknöcheln und Labyrinthwasser ihm zugeführten Schallschwingungen als Gehörsempfindung aufnimmt, so bilden wahrscheinlich diese Fasern zweiter

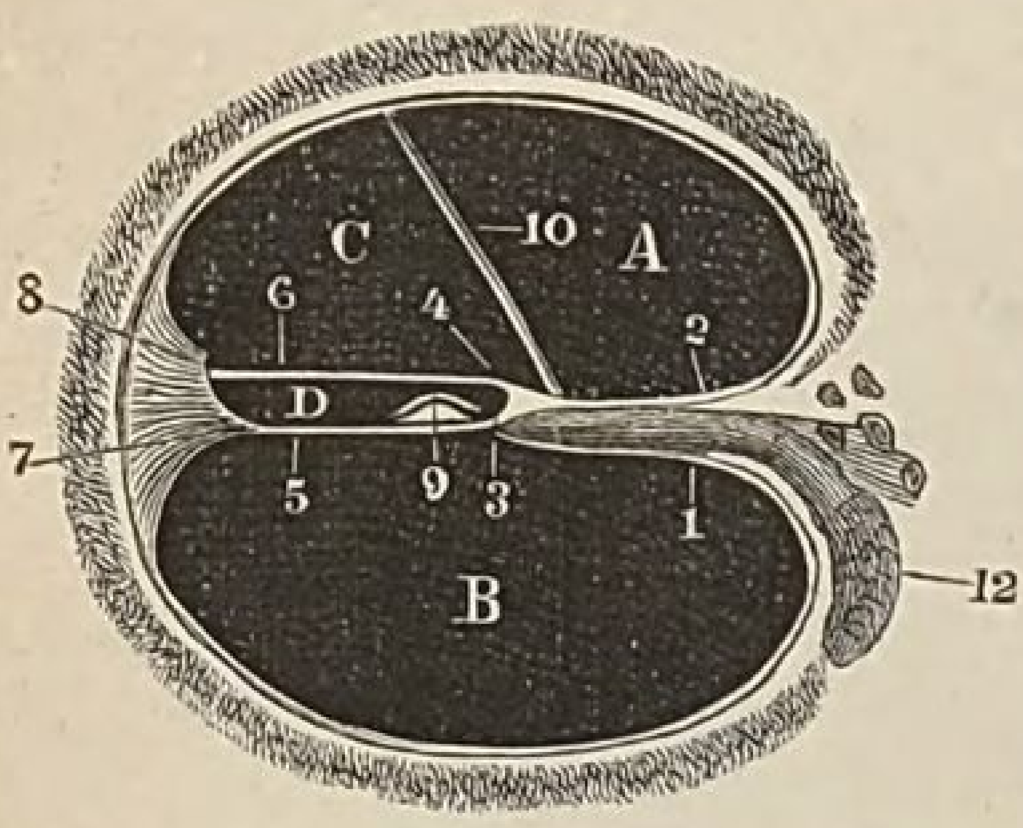


Fig. 115. Durchschnitt durch den Spiralgang und die Zwischenwand der Schnecke.
A Oberer innerer Hohlraum. B Unterer Hohlraum. C Oberer äußerer Hohlraum. D Raum zwischen den beiden Blättern des Gehörblattes —
1 Untere, 2 obere Spiralplatte, aus Knochensubstanz. 3, 4 Knochengrundlage des „Gehörblattes"; 5 dessen „Grundhaut" und 6 dessen „Decke". 7 Spiralband mit 8 einer Hervorragung. 9 Corti'sches Organ. — 10 Die zwischen den oberen beiden Hohlgängen aufgespannte Haut. 12 Gehörnerven-Fasern, innen zu den Spiralwindungen der Schnecke tretend.

Reihe die erste eigentliche Aufnahmsstelle; erst durch deren Schwingungen werden dann die Fasern erster Reihe oder die inneren Glieder zum Mitschwingen gebracht.

Diese beiden wichtigsten Corti'schen Fasern sind von einer großen Zahl anderer weicher Zellen und weicher Fäserchen umgeben, von denen die meisten vermuthlich nur die Aufgabe haben, zur Stütze für die feinen Vermittler der Schallschwingungen zu dienen. Dies gilt namentlich von den spindelförmigen Faserzellen (Fig. 116, 23), welche zwischen den ersten Fasern zweiter Reihe und den weiter nach außen von ihnen gelegenen Corti'schen Fasern (Fig. 116, 24 und 25) sich befinden. Diese sämmt-

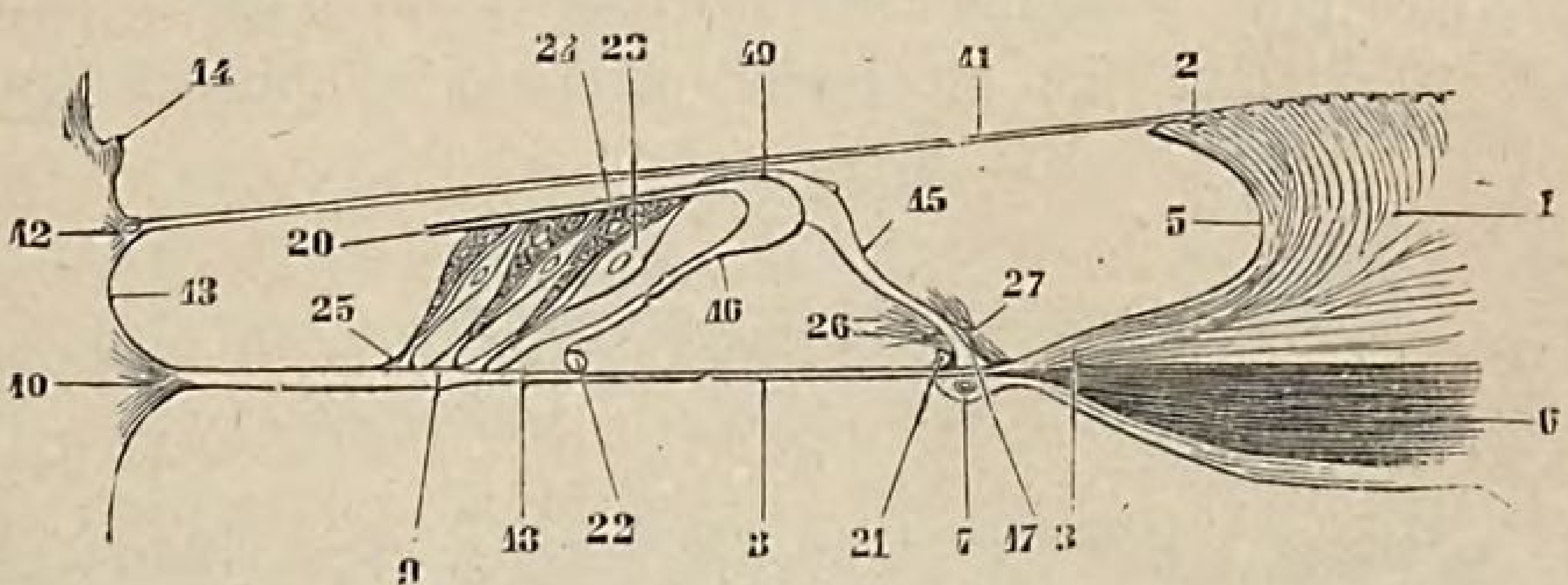


Fig. 116. Gehörblatt.

1 Knöcherne Grundlage des Gehörblattes, mit 2 oberer und 3 unterer Lippe. 4 Knochenhaut vom unteren Hohlraume. 5 Innere Spiralfurche. 6 Gehörnerv. 7 Durchschnitt des Spiral-Blutgefäßes. 8 Grundhaut, glatter Theil; 9 Grundhaut, gestreifter Theil. 10 Spiralband. 11 Corti'sche Haut in 12 angewachsen; 13 Spiralfurche. 14 Hervorragung. 15 Fasern erster Reihe (inneres) und 16 Fasern zweiter Reihe (äußeres Glied) des Corti'schen Organes, und 17, 18 deren Befestigung auf der Grundhaut, sowie 19 ihre Gelenkverbindung. 20 Netzhaut. 21 Innere und 22 äußere Grundzellen. 23 spindelförmige Zellen. 24 Corti'sche Zellen in 25 angewachsen. 26 Nervenfasern, welche unter dem Corti'schen Organe enden, und 27 Nervenfasern, welche unter und in den Fasern erster Reihe enden.

lichen Fäserchen zweiter Reihe tragen gemeinsam ein netzartiges Flechtwerk, in welches sie zum Theil direkt übergehen (Fig. 116, 20); dasselbe liegt wie ein Dach auf den Fasern zweiter Reihe und trennt sie von der darüber befindlichen festen Haut. Diese Haut (Fig. 116, 11) ist aus harten, festen Fasern gewoben und kann wol kaum durch Schallwellen in Schwingungen versetzt werden, während die entgegengesetzte Grundhaut (Fig. 116, 8) dünn und elastisch ist. Sie kann daher namentlich auf ihrem mittleren, glatten Theile (Fig. 116, 8) sehr leicht in Schwingungen versetzt werden; ihr nach außen liegender, dickerer, gestreifter Theil (Fig. 116, 9) bietet den Erschütterungen einen kräftigern Widerstand und dürfte minder leicht von ihnen in Mitschwingungen versetzt werden.

Betrachten wir das von Corti entdeckte Organ für Gehörempfindung von oben mittelst des Mikroskopes, nachdem wir die dasselbe verhüllende harte, feste Haut hinweggenommen haben, so sehen wir zunächst, daß das Corti'sche Organ zum Schutze gegen das Labyrinthwasser mit einer zarten Schleimhaut überkleidet ist (Fig. 117, 1. 2). Schneiden wir diese vorsichtig hinweg, so sehen wir unter derselben noch eine weitere, zum Schutze des Nerven dienende feste Haut (5) und eine weitere Schicht Schleimhautzellen (6); dann tritt unterhalb dieser der Nerv von innen ein (13), seine Fasern finden merkwürdigerweise kleine harte Oesen (Fig. 117, 8), durch welche sie, regelmäßig in Reihen gestellt, in Verbindung treten mit den inneren Gliedern oder Fasern erster Reihe (Fig. 117, 9), welche sich an ihrem obern Ende mittelst eines kleinen

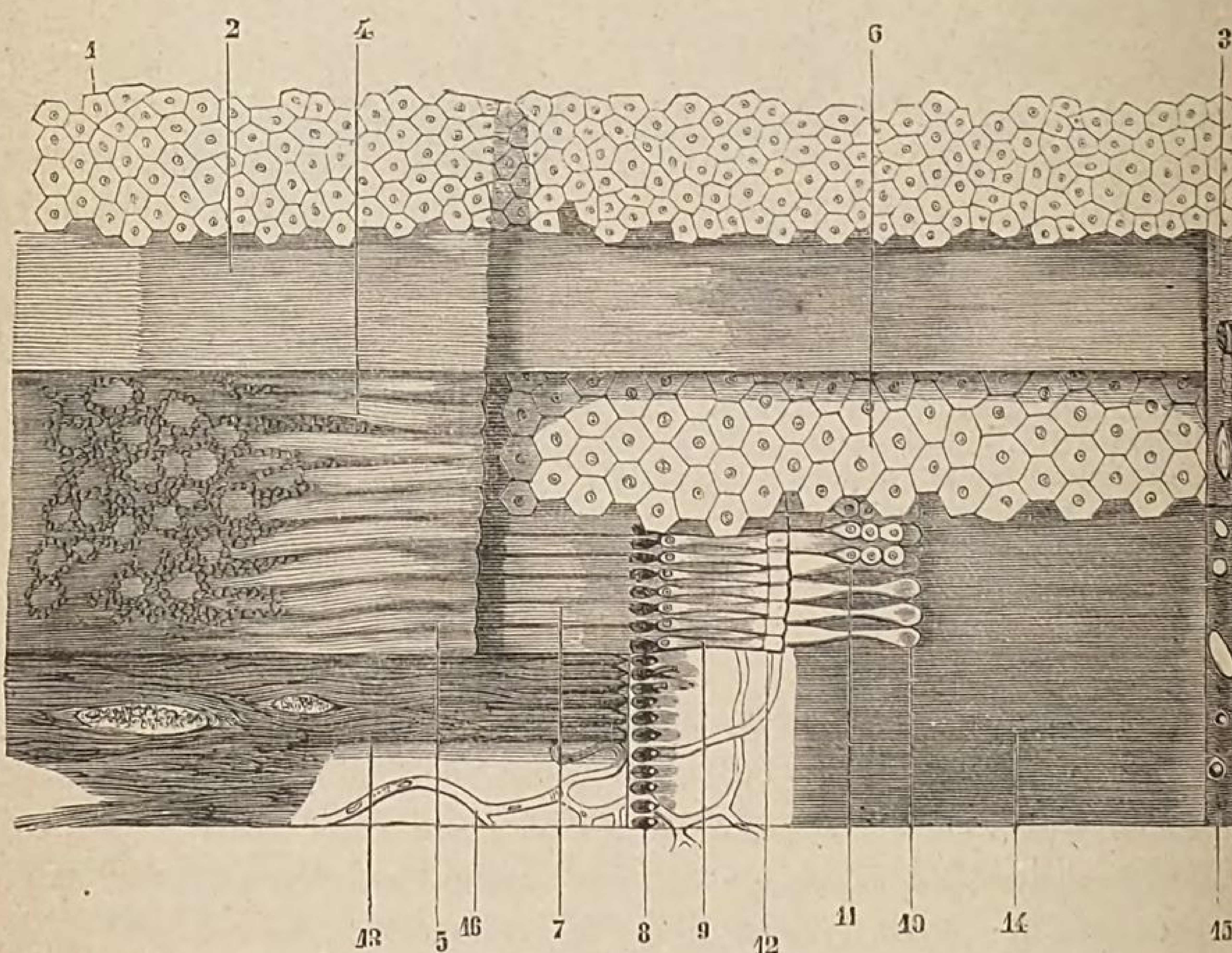


Fig. 117. Corti'sches Organ.

1 Zarte Schleimhaut (Epithelial=Zellen). 2 Corti'sche Deckhaut, in 3 (= Fig. 116, 12) angewachsen. 4 Netzhaut mit 5 freiem Rande. 6 Schleimhaut, darunter 7 eine festere Unterlage. 8 Kleine Oesen für Nervenfasern. 9 Fasern erster Reihe, 10 Fasern zweiter Reihe, 11 Corti'sche Fasern. 12 Gelenkverbindung zwischen den Fasern erster und zweiter Reihe (inneres und äußeres Glied des Corti'schen Organes). 13 Nervenfasern. 14 Grundhaut, gestreifter Theil; 15 Ansatzstelle der Grundhaut (= Fig. 116, 10). 16 Blutgefäße unter der Grundhaut.

Gelenkes (12) verbinden mit den äußeren Gliedern oder den Fasern zweiter Reihe (Fig. 117, 10 und 11), von denen namentlich die ersteren (10) unmittelbar dem glatten Theile der Grundhaut (14) aufliegen. Diese letztere also ist es, welche in Schwingungen versetzt wird durch jene Erzitterungen des Wassers, welche ihrerseits hervorgerufen werden durch die Bewegungen des Steigbügels im ovalen Fenster. Die Schwingungen der Grundhaut theilen sich den Corti'schen Fasern zweiter Reihe mit; diese übertragen sie denen der ersten Reihe, und mit ihrer Hülfe gelangen sie an die Endigungen des Gehörnerven, der sie als „Schall" zu unserem Bewußtsein bringt. Jede Reizung des Gehörnerven empfinden wir als „Schall". Mögen seine Fasern gedrückt, gezerrt, oder durch Elektricität in Erregung versetzt werden, immer deuten wir in unserem Bewußtsein das durch sie hervorgerufene Gefühl als „Schall".

Im täglichen Leben wird von den meisten Personen nur ein geringer Unterschied zwischen den verschiedenen Benennungen gemacht, durch welche wir die „Gefühlswahrnehmung unserer Gehörsnerven" bezeichnen; selbst Gebildete unterscheiden kaum zwischen Ausdrücken Schall, Laut, Geräusch, Ton, Klang, — und doch bezeichnet jedes dieser Worte etwas Anderes.

„Schall" ist der allgemeinste Begriff. Jede Einwirkung der Schallwellen auf unser Ohr (genauer gesagt, auf unsere Gehörsnerven), die zu unserer Empfindung und zu unserem Bewußtsein gelangt, nennen wir im Allgemeinen einen „Schall"; — mit dem Ausdrucke „Laut" (mit welchem wir gleichfalls die verschiedensten Abstufungen der Gehörswahrnehmungen bezeichnen) verbindet man in der Regel den Rückgedanken, daß es sich um eine willkürlich oder doch durch eine bestimmte Thätigkeit erzeugte Ursache der Wahrnehmung handelt. Ein Stein, welcher herabfällt von einem Hause, macht einen „Schall", aber gibt keinen „Laut"; — die Stimme des Menschen dagegen ist nur ein „Laut" und wird von Niemandem „Schall" genannt, wohl aber ihr Nachklang in hohen leeren Gebäuden. Mit ähnlicher Rücksicht nennen wir das Säuseln oder Sausen des Windes, einen Laut der Natur, einen thatkräftig hervorgebrachten Laut.

Von den Unterschieden zwischen Schall und Laut können wir im Nachfolgenden absehen, da sie der vergleichenden Sprachwissenschaft anheimfallen. Strenge jedoch haben wir zu unterscheiden das Geräusch und den Ton, sowie den Klang. — „Geräusch" ist in rein physikalischer Beziehung ein Gewirr der verschiedensten Schallwellen von beliebiger Länge und Kürze, langsamer und schneller Dauer neben einander. Wie beim

„weißen Licht" alle möglichen farbigen Lichtstrahlen gemengt sind zu einem „Geräusch von Farben" so ist bei demjenigen, was wir Geräusch nennen, eine Mengung aller möglichen Schallstrahlen vorhanden. Zischen, Raspeln, Rasseln, Räuspern sind Geräusche; es sind Geräusche bestimmter Art in Bezug auf den Gesammteindruck, den sie in uns hervorrufen, aber unbestimmbar in Bezug auf die einzelnen Schallwirkungen, aus denen sie zusammengesetzt sind; wir erhalten durch sie nicht Empfindungen und Vorstellungen eines einzelnen Tones bestimmter Höhe und Tiefe, denn die Schallwellen, welche in unser Ohr gelangen, haben nicht übereinstimmende Länge oder Kürze. Dies ist das Merkmal des „Tones" und wenn beim Hören eines Tones in unser Ohr nur Schallwellen gleicher Art, gleicher Größe und gleicher Zeitdauer gelangen, dann nennen wir den Ton „rein"; wenn aber gleichzeitig, — sei es in Folge eines Geräusches, sei es, weil ein nicht zu ihm gehöriger höherer oder tieferer Ton mitklingt, — ungleichartige Schallwellen neben dem Hauptbündel der gleichartigen in unser Gehörorgan eindringen, dann nennen wir den Ton „unrein". Die verschiedene Art, in welcher uns zwei gleich hohe Töne erklingen, bezeichnen wir als deren „Klang" oder „Klangfarbe", worauf wir später zurückkommen.

Lufterschütterung ist die häufigste Ursache unserer Schallempfindung. Eine Glocke gibt in einem luftleeren Raum keinen Schall, weil die beim Anschlagen derselben hervorgebrachte Erschütterung in der unmittelbaren Umgebung der Glocke keine Luft findet, die sie wieder in Erschütterung versetzen kann, so daß die Verdichtungswellen bis zu unserem Ohre geleitet würden. Die Erschütterungen, welche die Luft in ihren Bewegungen selber ausführt, vermag ebenfalls Schall hervorzurufen, wie das Geräusch des Windes lehrt.

Um den Unterschied in der Entstehung des Tones und des Geräusches gleichsam mit Händen greifen zu können, bedient man sich eines Instrumentes, welches man Sirene nennt; dasselbe besteht im Wesentlichen darin, daß über einem mit Luft gefüllten Cylinder, der oben und unten mit einer Platte geschlossen ist (Windkasten), sich eine der obern Platte unmittelbar aufliegende kreisförmige Metallscheibe willkürlich schnell oder langsam, und zwar so drehen läßt, daß sie sich um den gemeinsamen Mittelpunkt ihrer selbst und der den Cylinder verschließenden Scheibe dreht. Es sind nun in jede dieser beiden Scheiben kleine Löcher eingebohrt, in der einen Scheibe in der Richtung von rechts nach links, in der andern Scheibe in der Richtung von links nach rechts, — aber in beiden gleich weit vom

Mittelpunkte, so daß die Löcher der beweglichen Scheibe über die Löcher des Deckels hinweggehen, sobald die obere Scheibe in Bewegung gesetzt wird. Läßt man nun von dem Windkasten aus Luft ausströmen, so wird diese Luft nur dann nach außen gelangen können, wenn die Löcher der Scheibe sich gerade über den Löchern des Windkastens befinden, und sobald die Scheibe sich weiter dreht, werden die Löcher des Deckels wieder verschlossen, so daß man regelmäßig auf einander folgende Luftstöße erhält. Die aus dem Windkasten ausströmende Luft bringt die leicht bewegliche Scheibe zum Umdrehen, weil sie wegen der gegen einander geneigten Richtung der Löcher zur Seite hin auf die Scheibe drückt. Die Häufigkeit der Windstöße hängt ab von der Zahl der Löcher und von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe. Hat z. B. die Sirene 8 Durchbohrungen und die Scheibe dreht sich in einer Sekunde 2mal, so bekommt man 16 einzelne Luftstöße, — bei gleicher Zahl der Durchbohrungen und 10maliger Umdrehung 80 Luftstöße, — bei 50 Umdrehungen in der Sekunde 400 Luftstöße, — bei 80 Umdrehungen 640 u. s. w.

Setzt man nun mittelst eines schwachen Luftstromes die Scheibe in Bewegung, indem man in die zum Windkasten führende Röhre bläst, so hört man anfangs bei den langsamen Umdrehungen der Scheibe keinen Ton; sobald sie aber bis zu der Schnelligkeit der Umdrehungen gekommen ist, daß 16 Luftstöße in der Sekunde auf einander folgen, fühlt unser Ohr diese Lufterschütterung als einen Ton. Es ist ein tiefer Ton von schwacher Tonstärke und rauhem Klange, welcher dem tiefsten Tone der Orgel entspricht, wie ihn die größten Orgelpfeifen hervorbringen. — Sobald die Scheibe sich schneller dreht, mithin eine größere Zahl Luftstöße in der Sekunde auf einander folgen, steigt auch die Tonhöhe des durch sie hervorgerufenen Tones. — Bringen wir aber auf den Windkasten statt dieser Scheibe eine andere, deren Durchbohrungen sich nicht in regelmäßigem Abstande von einander befinden, sondern unregelmäßig vertheilt sind, so hören wir bei den Umdrehungen dieser Scheibe keinen „Ton", sondern nur ein zischendes Geräusch von der entweichenden Luft. — Es ist hierdurch bewiesen, daß wir das Gefühl eines Tones nur durch regelmäßig in gleichen Abständen auf einander folgende Schallwellen erhalten, das Gefühl des Geräusches durch unregelmäßige.

Da nicht Jedermann eine Sirene zur Hand hat, so führen wir noch eine andere kleine Beobachtung an, durch welche sich Jeder schnell von der Wahrheit der Behauptung überzeugen kann, daß die Zahl der Schwin-

gungen binnen einer gewissen Zeit die Höhe des Tones bestimmt, und daß der musikalische Ton um so tiefer ist, je langsamer die Schwingungen sich folgen, — um so höher, je schneller sie sind. — Jede Darmsaite auf einer Guitarre oder einer Violine (und in Ermangelung einer solchen jedes Stück dünnen Bindfadens oder dünner Schnure von etwa zwei Ellen Länge) genügen, um die Beobachtung anzustellen. Spannt man die Darmsaite oder Schnur zwischen zwei beliebigen Punkten auf (z. B. zwischen einem Fensterwirbel und einem unten in das Fensterbrett eingeschlagenen kleinen Nagel), spannt sie in der Mitte durch Druck der Fingerspitze an und setzt sie nun durch schnelles Wegziehen des Fingers in schwingende Bewegung, ähnlich wie man auf einer Guitarre spielt: so wird die gespannte Schnur schnell hin und wider schwingen und dabei den ihr zukommenden Ton geben. Wenn man sie nun entweder etwas fester anzieht, oder wenn man einen Theil derselben am Schwingen hindert, indem man sie irgendwo fest zwischen Daumen und Zeigefinger faßt und sie dann auf die vorige Weise anspielt: so wird die Saite abermals schwingen und tönen, aber man sieht, daß die Schwingungen um Vieles schneller sind, und man hört, daß der Ton um so viel höher geworden ist. — Die Tonhöhe hängt ab von der Schwingungszahl.

Weiter beobachtet man an der angespielten Saite, daß sie anfangs ziemlich breite Schwingungen macht, während sie allmälig auf immer schmälerem Raume sich hin und her bewegt, bis sie endlich zur Ruhe kommt. Hiermit im Einklange ist, daß der Ton im Anfang stark vernommen wird, allmälig immer schwächer, bis er zuletzt ganz aufhört. Bei einiger Uebung gelingt es auch bald, die Saite bald leise, bald stark anzuspielen, und dem entsprechend sind die Schwingungen entweder schmal oder breit, der Ton entweder schwach oder stark. — Die Tonstärke hängt ab von der Schwingungsbreite.

Haben wir auf der einzelnen gespannten Schnur einen Ton von bestimmt ausgesprochener Tonhöhe gewonnen, so können wir nun denselben Ton auf einem andern musikalischen Instrumente, einer Geige, einem Klavier, einer Flöte, hervorbringen; immer werden wir dann zwar einen Ton von gleicher Höhe hören, aber es wird für unser Ohr doch noch nicht ganz derselbe Ton sein, er wird uns anders klingen: der Ton hat eine andere Klangfarbe: Jedes musikalische Instrument hat Töne von bestimmter Klangfarbe. Dieser Unterschied ist so bestimmt und regelmäßig, daß er uns im täglichen Leben fast als von selbst sich verstehend erscheint;

wir unterscheiden die Töne einer Geige, einer Flöte, einer Guitarre, einer Harfe, einer Klarinette, eines Horns, eines Klaviers sofort und ohne die geringste Schwierigkeit nach ihrer „Klangfarbe", wenn sie auch von einer und derselben Tonhöhe sind. — Die Klangfarbe hängt ab von der Form der Schwingungen. —

Denkt man sich die Schallschwingungen als Wellen und zeichnet man sie sich als solche auf eine gerade Linie ein, so daß immer gleich große Wellenberge oberhalb der Linie und Wellenthäler unterhalb der Linie einander folgen, so nimmt man leicht wahr, daß die Form der Wellen eine sehr verschiedene sein kann; je nachdem man die Berge mehr oder weniger rundet, werden sie spitzer oder breiter, können nach der einen oder andern Seite steiler abfallen. Es ist ferner recht wohl denkbar, daß eine Anzahl kleiner Wellen durch eine einzige große könnte zusammengefaßt werden, so daß je zwei, drei oder vier Wellenberge und Wellenthäler von einem einzigen Wellenberge überspannt werden und ebensoviele von einem einzigen größern Wellenthale. Dann würde also jede größere Schwingung noch zusammengesetzt erscheinen aus regelmäßigen Gruppen kleinerer Schwingungen. Dies ist in Wirklichkeit der Fall. Jeder „Klang" ist aus einer Summe einfacher Töne zusammengesetzt, deren Schwingungszahlen im Verhältnisse kleiner ganzer Zahlen zu einander bestehen, also wie 1 zu 2, zu 3, zu 4 u. s. w. Man kann sich von der Wahrheit dieses Ausspruchs an einem Klavier sofort überzeugen. Wir haben bereits erwähnt, daß jede Saite in Mitschwingung versetzt wird, wenn derjenige Ton erschallt, den sie selbst beim Anschlage gibt, weil sich dann die Bewegung der Luft leicht auf sie überträgt. Dies kann man benutzen, um die Nebentöne eines Grundtones, wenn nicht zu hören, so doch zu sehen. Legt man in einem Klaviere auf irgend eine Saite ein kleines Holzsplitterchen oder ein kleines Papierstückchen (etwa so groß wie ein Hirsekorn) und schlägt man nun den Ton an, welcher gerade eine Oktave tiefer ist, als der Ton derjenigen Saite, auf welcher der kleine leicht bewegliche Gegenstand liegt, so wird der letztere augenblicklich durch das eintretende Mitschwingen von der Saite herabfliegen. Legt man dagegen ein eben solches Splitterchen oder Papierstückchen auf eine Saite, die von dem angeschlagenen Tone nur um 7 Tasten entfernt ist, oder um 9, welche also der vorigen Saite unmittelbar benachbart ist, so bleibt beim Anschlagen des Tones der aufgelegte Gegenstand ruhig liegen: denn die Saite, auf welcher er liegt, wird nicht in Mitschwingungen versetzt.

Man kann diese Obertöne auch hören mit Hülfe von „Resonatoren". So gut wie eine Saite in Mitschwingungen geräth, wenn ihr Eigenton in ihrer Umgebung erschallt, ebenso entstehen auch in dem Luftraume einer Röhre, einer Hohlkugel Mitschwingungen, wenn ihr Eigenton erschallt; bringt man sie mit der einen Seite an unser Ohr, so hören wir die in ihm schwingende Luft und vermögen alsdann mit Hülfe dieser „Resonatoren" die gleichzeitig ertönenden schwächeren Nebentöne aus dem stärkern Grundtone herauszuhören.

Daß wir dies aber können, daß wir den Klang, der eben durch die Zahl und Stärke der Obertöne bedingt wird, klar und deutlich empfinden, daß alle Menschen mit gesundem Gehör diese Empfindung besitzen, ohne daß hierzu eine besonders große Uebung nöthig wäre, — dies beweist, daß in unserem Ohre eine ähnliche Einrichtung von Resonatoren sein muß, welche in Mitschwingungen versetzt werden, um die einzelnen Töne aufzufassen und zu empfinden. Diese mitschwingenden Theile müssen in ähnlicher Weise, wie die Saiten eines Klaviers auf verschiedene Tonhöhen abgestimmt sein und mit gesonderten Nervenfasern in Verbindung stehen, damit sie, in Mitschwingungen versetzt, nur immer auf einzelne Nerven (zum Zwecke der klaren, deutlichen Empfindung) die Erregung übertragen.

Wir haben diese mitschwingenden Tasten bereits kennen gelernt, es sind die steif elastischen kleinen Fasern zweiter Reihe des Corti'schen Organes, welche durch die Fasern erster Reihe mit den Endigungen des Gehörnerven in Verbindung stehen, ihn durch ihre Schwingungen erregen und so die Schwingungen eines Tones durch den Gehörnerven auf unsere Gehirnnervenfasern übertragen.

In der Schnecke sind ungefähr 3000 derartiger Fasern in einer Reihe neben einander gelegt. Ungefähr 33 derselben kommen auf jeden halben Ton. Bei schwachen, nur leise gehörten Tönen reicht vermuthlich die Stärke der Schallwellen nicht hin, um alle diese Körperchen in Mitschwingungen zu versetzen; nur einige derselben schwingen: es wird nur auf wenige Nervenfasern diese Erregung übertragen, und dies bewirkt eine geringe Tonempfindung. Ebenso haben wir beim Tastsinn nur schwache Tastempfindung, wenn wenige Tastkörperchen berührt werden, und beim Sehen nur schwache Lichtempfindungen, wenn wenige der Endstäbchen von den Lichtstrahlen getroffen werden. Je größer die Zahl der erregten Tastnerven-, Sehnerven- und Gehörnerven-Fasern ist, um so stärker ist das Gefühl, der Lichteindruck, die Gehörsempfindung. —

Das Ohr vermag nur in unvollkommener Weise Entfernung und Richtung eines Schalles zu beurtheilen, während das Auge wenigstens über die Richtung, unter Umständen auch über die Entfernung genauen Bescheid ertheilen kann.

Wollen wir die Entfernung eines gesehenen Gegenstandes ermessen, so vergleichen wir ihn mit benachbarten Gegenständen und überblicken den Weg, welchen die Lichtstrahlen von ihm bis in unser Auge durchmessen. Bewußt oder unbewußt wenden wir bei Beurtheilung der Entfernung von unserm Auge die Gesetze der Perspektive an. Für das Ohr gelten diese Gesetze nicht; weil das Ohr keine Fläche überhören kann, wie das Auge eine Fläche überschaut. Wir beurtheilen daher die Entfernung nur aus der größern oder geringern Stärke des Schalles und aus der Genauigkeit, mit welcher wir die einzelnen Tonelemente zu unterscheiden und zu beurtheilen vermögen. Wenn wir in einem Zimmer sitzend ein Geräusch mittlerer Stärke vernehmen, so wissen wir oft nicht zu unterscheiden, ob es aus einem Nebenzimmer oder ob es von der Straße her in unser Ohr drang. Wenn dieses Geräusch aber durch das Sprechen menschlicher Stimmen hervorgebracht wird, so unterscheiden wir in der Regel die größere oder geringere Nähe dessében viel bestimmter, weil wir in der Nähe die einzelnen Worte hören, in der Entfernung dagegen nur den allgemeinen Schall des Sprechenden.

Die Richtung des Schalles erkennen wir durch die Ohrmuschel und das Trommelfell. — Mit Hülfe der Ohrmuschel erkennen wir, ob der Schall von vorn oder von hinten kommt. Diese Unterschiede sind sehr gering bei den Personen, deren Ohrmuscheln flach am Kopfe anliegen; man hält daher mit einem Finger die Ohrmuschel vom Kopfe etwas abstehend, oder vergrößert sie durch die dahinter gehaltene flache Hand, sobald man einen schwachen, von vorn zu uns gelangenden Schall deutlicher vernehmen will. Man kann sich aber mit Hülfe der flachen Hand am Ohre die Zuleitung des Schalles durch die Ohrmuschel auch in umgekehrter Richtung herstellen. Legt man nämlich dicht vor der Ohröffnung die Kleinfingerseite der Hand an das Haupt (so daß der fleischige Ballen der Hand an den Unterkiefer, der kleine Finger auf den Schläfen liegt, und daß der Rücken der Handfläche nach vorn, die innere Hohlhand nach hinten gewendet ist), beugt dann den Daumen und drückt die Ohrmuschel unterhalb des Gehörganges möglichst dicht und flach an den Kopf, — so hat man sich auf diese Weise eine große Ohrmuschel an das Ohr gefügt, welche die Schallwellen nach hinten wirft, ebenso wie für gewöhnlich unsere Ohr-

muschel die Schallwellen nach vorn wirft. Hält man in der angegebenen Weise auf jeder Seite eine Hand vor das Ohr, schließt die Augen und läßt nun einen Andern ein nicht zu starkes, sich gleich bleibendes Geräusch hervorbringen, z. B. durch Klopfen mit einem Schlüssel auf ein Lineal, so wird man in Bezug auf die Richtung des Schalles die gröbsten Irrthümer begehen; wenn hinter dem Haupte geklopft wird, so meint man, dies geschehe vor dem Gesichte, — und wenn unmittelbar vor uns geklopft wird, glauben wir den Schall von hinten her zu vernehmen. Der Grund ist offenbar die umgekehrte Zuleitung. Wir hören für gewöhnlich einen gleich starken Schall genauer von vorn, als von rückwärts; durch die vorgehaltenen Hände wird die Zuleitung umgekehrt, so daß wir stärker und schärfer die von hinten her zu uns gelangenden Schallwellen vernehmen als die von vorn, und der Erfolg ist die Verwechslung ihrer Richtung. Damit ist zugleich bewiesen, daß wir nach der Stärke des Schalles die Richtung von vorn und von hinten unterscheiden.

Das Trommelfell ist das Hülfsmittel, durch welches wir unterscheiden, ob rechts oder links von uns ein Schall hervorgebracht wird. Dasjenige Trommelfell, welches der Richtung zunächst liegt, aus welcher die Schallwellen zu uns kommen, muß auch am stärksten von den Schallwellen getroffen werden. Es ist sehr fraglich, ob wir hiervon unmittelbar eine Wahrnehmung haben; vermuthlich gelangt der stärkere Anprall der Schallwellen und die durch ihn bewirkten stärkeren Schwingungen des rechten oder des linken Trommelfells nur dadurch zu unserm Bewußtsein, daß wir unwillkürlich auch den Muskel stärker in Bewegung setzen, welcher das Trommelfell der betreffenden Gegend spannt.

Durch das Trommelfell gewinnen wir überhaupt erst die Vorstellung, daß ein Schall von außen her zu uns kommt. Füllen wir mittelst einer Spritze vorsichtig den äußeren Gehörgang vollständig mit Wasser an, so daß wir alle Luft aus demselben vertreiben und das Trommelfell, von Wasser bedeckt, nicht in Schwingungen gerathen kann, so empfinden wir starke Schalleindrücke, starkes Reden und Schreien eines Andern, den Ton einer Trompete u. s. w., als ob sie im Kopfe selber hervorgebracht worden wären. Auch unsere eigene Stimme empfinden wir ja in anderer Weise, als wir die Stimme eines vor uns Stehenden hören. Der Grund liegt darin, daß mittelst der Füllung des Gehörganges durch Wasser die von außen kommenden Schallwellen den Knochen übertragen werden und unmittelbar durch diese sich fortpflanzen nach unserem Labyrinth.

Wenn es überraschend erscheint, daß auch die Knochen unseres Kopfes den Schall zum Gehör leiten, so erwäge man, daß das Hören nur die Erzitterung der Grund-Membran und der auf ihr liegenden Corti'schen Fasern zweiter Reihe bedingt. Ob diese Erzitterung nun bewirkt werde durch Erzitterungen, welche das Trommelfell auf den Steigbügel überträgt, oder durch Schwingungen der festen Knochensubstanz unserer eigenen Knochen, an denen die Grundhaut festgeheftet ist, — dies ist für den letzten Erfolg, d. h. für die Gehörswahrnehmung, gleichgültig; wenn nur die Schallwellen zu derselben hingeleitet werden.

Wie jeder feste Körper, so leiten auch unsere Kopfknochen die Schallwellen noch besser und unmittelbarer weiter, als die Luft dies thut. Wir haben weiter oben (S. 305) des kleinen Versuches Erwähnung gethan, bei welchem durch einen langen Stab die Schallwellen einer gehenden Uhr besser zu unserem Gehörorgan geleitet werden, als durch die Luft. Wir können uns in gleicher Weise mittelst einer Uhr von der guten Zuleitung der Schallwellen durch unsere Kopfknochen überzeugen. Halten wir eine gehende Uhr in einiger Entfernung von unserem Gesichte, so hören wir ihr Ticken nur leise; nähern wir sie so weit, daß sie die vorgestreckten Lippen berührt, so wird die Gehörsempfindung nur wenig deutlicher; bringen wir sie aber in den Mund, so daß die oberen oder unteren Zähne sie berühren, so hören wir in demselben Augenblicke den Gang der Uhr nach allen Einzelnheiten auf das deutlichste: die Schallwellen werden von den Zähnen in Empfang genommen und durch die Kopfknochen dem Gehör übertragen. Dabei fehlt uns aber jede Vorstellung über die Richtung des Schalles.

Diejenigen Personen, deren Ohrmuskeln nicht verkümmert sind, wie die der meisten Menschen, können durch Bewegungen der Ohrmuschel die Richtung auffangen, wie dies Pferde und Hunde vermögen. Großen Einfluß hat ferner die Uebung. Musiker, welche ihr Gehör vorzugsweise zum Auffassen der Töne geübt haben, können inmitten eines Chores den Ton einer einzelnen Stimme verfolgen, während Personen, deren Gehör nicht musikalisch geübt ist, nur den allgemeinen Eindruck des Chorgesanges erhalten.

Noch auffälliger ist die Entwickelung der Gehörswahrnehmungen bei Blinden, welche durch das Bedürfniß dazu genöthigt wurden, feinere Unterschiede aufzuspüren und wahrzunehmen, als der Sehende. Es gibt Blinde, welche, in ein ihnen unbekanntes Zimmer geführt, nach dem Schalle ihrer Tritte oder eines aufgestoßenen Stockes, sowie nach dem

Eindruck, den der Stimmlaut Sprechender auf sie macht, die Größe des Raumes sofort ziemlich richtig bezeichnen können. In ihnen bekannten Zimmern empfinden sie aus der Schallwirkung, daß ein größerer Hausrath, z. B. ein Schrank, ein hoher Schreibtisch ꝛc., in ihrer Abwesenheit an einen andern Platz gerückt worden ist; sie nehmen ferner aus gleichem Grunde die Gegenwart anderer Personen wahr, obgleich diese sich bewegungslos und ruhig verhalten. Ebenso unterscheiden sie an der Stimme eines Sprechenden die nämlichen Dinge, die der Sehende aus dem Antlitz desselben herausliest: sie hören an der Stimme eines ihnen Unbekannten Geschlecht und Alter, und zwar das letztere oft in sehr feiner Unterscheidung bis auf wenige Jahre richtig, — sie erkennen an der Stimme einer ihnen genau bekannten Person, welche sie längere Zeit nicht sprechen gehört haben, daß dieselbe augenblicklich sich nicht wohl befinde, oder daß sie krank gewesen sein müsse, wie wir das etwa aus der Blässe des Gesichts schließen, — sie hören der Stimme des Redenden genau die Gemüthsbewegungen und die geistige Stimmung an, welche wir aus dem Gesichtsausdruck zu lesen gewöhnt sind.

Uebung scheint sogar Schallwellen noch auf einem andern Wege zur Empfindung und zum Bewußtsein zu bringen, als auf dem Wege des Gehörorgans. Es gibt Taubstumme, welche nachweislich keine Spur von einer Gehörsempfindung besitzen, und welche doch eine Annehmlichkeit davon empfinden, daß in ihrer Nähe Musik gemacht wird. Es gibt vollständig taube Personen, welche mit einer gewissen Vorliebe Concerte besuchen. Sie ziehen den Klang einer einzelnen Stimme, eines einzelnen Instrumentes der Massenwirkung des großen Orchesters vor. Ein Taubstummer, welcher in einer Anstalt (durch Ablesen der gesprochenen Worte vom Munde des Sprechenden und künstliches Nachbilden dieser Worte) gelernt hatte, sich mit seiner Umgebung zu verständigen, war regelmäßiger Concertbesucher; als ein vertrauter Freund ihn frug, ob er die Musikaufführungen mehr um der Hörer und der Hörerinnen besuche, als der Musik wegen, leugnete er keineswegs die Anziehungskraft, welche eine geputzte größere Gesellschaft und der Anblick hübscher Frauengestalten für ihn, den vorzugsweise auf seine Augen Angewiesenen, habe, — bemerkte aber zugleich, daß er auch mit zugeschlossenen Augen sich sehr behaglich im Concertsaale fühle, und daß er von der Musik eine angenehme Empfindung im Innern seines Leibes habe. Hier legte er die Hand auf die sogenannte Magengrube, da wo Brust und Bauch in einander über-

gehen. In dieser Gegend, wiederholte er, befinde sich für ihn der Sitz einer angenehmen Empfindung, wenn in seiner Nachbarschaft Musik gemacht werde. Waren es Schwingungen des Zwerchfells, welche er fühlte? Hängt die Empfindung, welche er angab, mit der Gruppe der Ganglien zusammen, welche zu jenem unserem Bewußtsein entzogenen Nervensystem gehören, von dem doch das Gefühl des Wohlbefindens oder allgemeinen Unbehagens abzuhängen scheint? Oder täuschte sich der Taubstumme selber über die Wahrnehmungen, die er an sich machte, und setzte eben dieses Gefühl des Behagens, welches das Bewußtsein in ihm hervorrief, inmitten einer festlich geputzten Menge gleich den Vollsinnigen sich zu befinden, statt auf Rechnung dieses Bewußtseins, auf Rechnung der von ihm nicht gehörten, sondern gesehenen Musik, für die er doch gleich den Uebrigen eine Empfindung zu haben wünschte? Das Räthsel dieser Fragen könnte nur ein Taubstummer lösen.

Das Gehörorgan der Thiere entspricht bezüglich des „Trommelfelles", der „Paukenhöhle" mit den drei „Gehörknöchelchen" und der „Nervenausbreitung" im inneren Ohre bei den höheren Wirbelthieren im Allgemeinen dem Gehörorgan des Menschen*) — weicht aber von demselben bezüglich des „äußeren Gehörganges" wesentlich ab; — letzterer ist im Allgemeinen weiter und mit einem größeren „äußeren Ohre" versehen. An Stelle der flachen „Ohrmuschel" des Menschen besitzt die Mehrzahl der Säugethiere ein trichterförmiges, zum Auffangen der Schallwellen ungleich besser geeignetes äußeres Ohr, welches aufrecht steht und durch seine Beweglichkeit das Thier befähigt, die Richtung zu erkennen, aus welcher die Schallwellen in sein Ohr gelangen. Bei einigen (z. B. Fledermäusen) ist der Umfang des äußeren Ohres viel größer als der des Kopfes; bei anderen (z. B. Elephanten, Jagdhunden, Pudel) hängen die Ohren in Form von großen Lappen herab, was die Thiere

*) Nur die „Schnecke" zeigt erhebliche Unterschiede in ihrem „Corti'schen Organ": bei dem Menschen und dem Affen liegt in halber Höhe der Spirale eine fünfte und nahe der Spitze eine sechste Reihe von Haarzellen, — welche bei Schaf, Hund, Katze, Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Tümmler und Känguruh fehlen. Diese Thiere müssen also andere Gehörempfindungen haben, als der Mensch. (d.) (Vielleicht ist dies der Grund, weßhalb Hunde bei hohen Tönen durch „Heulen" Schmerzempfindungen kundgeben, während wir diese Töne mit Wohlgefallen hören. Wichtig ist die Uebereinstimmung im Gehörorgane des Menschen und des Affen, welche für die Abstammung beider von einem gemeinsamen Urahn einen neuen und nicht unwichtigen Beweis liefert.) —

ungeschickt im Auffassen der Schallrichtung macht und durch den häufigen Wechsel des in Folge der Bedeckung erhitzten und darauf durch kalten Wind übermäßig gekühlten äußeren Gehörganges häufig zu Erkältungskrankheiten führt und schließlich bei Jagdhunden frühzeitige Taubheit bewirkt. Bei einigen Säugethieren, welche Wasserbewohner sind (z. B. Seehunde, Schnabelthiere) fehlt das äußere Ohr.

Während die Augen bei vielen *Gliederthieren* in größerer Zahl vorhanden sind, kennt man niemals mehr als *zwei* Gehörorgane; die *Medusen* müssen sich mit *einem* begnügen. Bei *Fröschen*, *Eidechsen* u. a. liegt das Trommelfell zu Tage in der äußeren Körperhaut. Bei *Krebsen* findet man es auf der Unterseite vorn am Grunde der zwei äußeren Fühler in Form einer harten warzenartigen Erhöhung mit einer runden, von Flüssigkeit gefüllten Blase; in dieser Blase findet man „Otolithen" d. h. Gehörsteine, — unregelmäßige, rundliche oder eckige Gebilde aus Kalk, von denen man vermuthet, daß sie an Stelle der „Gehörknöchelchen" zum Auffangen der Schallwellen dienen. Auch bei den *Fischen* ist das Gehörorgan auf einen häutigen Vorhof mit Gehörsteinen und auf einen bis drei halbkreisförmige Kanäle (also ein vereinfachtes „Labyrinth") beschränkt; daß die *Fische* den Schall hören und seine Richtung beurtheilen, geht daraus hervor, daß man sie mittelst einer Glocke an eine bestimmte Stelle oder auch an jede beliebige Stelle eines Sees oder Teiches und zu beliebiger Zeit zum Füttern versammeln kann. Mit *Krebsen* hat dies nicht gelingen wollen; doch kann man sie außerhalb des Wassers durch einen lauten Schall erschrecken und zum eiligsten Rückzuge bringen. — Daß die *Insekten* hören, geht daraus hervor, daß sie sich mit Tönen anlocken und einander antworten. Man hat das Gehörorgan dieser Thiere noch nicht sicher nachgewiesen, glaubt es aber bei den *Heuschrecken* im zweiten Gliede der Hinterbeine (Springbeine) gefunden zu haben. — Bei den *Würmern* und *Weichthieren* besteht nur ein einfaches inneres Gehörorgan in Form einer mit Flüssigkeit gefüllten Blase, auf deren Innenfläche sich der Nerv ausbreitet. Es ist kaum denkbar, daß diese Thiere andere als sehr unbestimmte und undeutliche Wahrnehmungen durch die Schallwellen empfangen, zumal diejenigen, welche in der Luft leben. Die *Fische* dagegen mögen von den unterhalb des Wassers hervorgebrachten Geräuschen oder Tönen eine ziemlich lebhafte Empfindung trotz ihres unvollkommenen Gehörorganes haben, weil das Wasser ein ungleich besserer Schall-Leiter als die Luft ist und daher durch

Kopfknochen und Kiemendeckel die Zuleitung vermittelt werden kann. — Die Gehörblasen (Otoiysten) der Mollusken, namentlich der Schnecken, sind sogar (wie Zahl und Stellung der Augen bei den Spinnen) zur systematischen Eintheilung verwendet worden: nämlich die in ihnen befindlichen Gehörsteine aus kohlensaurem Kalk; dieselben bestehen entweder aus einem einzigen großen kugelrunden Steine (Otolith), oder sie sind mit zahlreichen kleinen Gehörsteinchen (Otoconien) erfüllt. Es gibt nur wenige Gattungen der Weichthiere, bei welchen ein Theil der Arten große runde Steine, die anderen kleine besitzen; in der Regel zeigen die Gattungen einer Familie auch übereinstimmende Formen der Hörsteine, — und es gibt große, artenreiche Gruppen des Systems, bei welchen ausschließlich eine der beiden Formen von Hörsteinen getroffen wird. — Man erkennt hieraus, daß diese freiliegenden Gehörsteine nicht zufällige Bildungen sind, indem der Kalk aus der Lösung sich niederschlägt, — sondern daß ganz bestimmte, wenn auch zur Zeit noch unbekannte Verhältnisse vorliegen müssen, welche die Form der Gehörsteine bestimmen.

Um die Gehörfähigkeit der Schnecken und ihrer einfachen Gehörorgane zu prüfen, bediente sich ein Forscher der in beständiger Bewegung befindlichen Fühler als eines trefflichen Erkennungsmittels für den Grad der Einwirkung äußerer Reize. Bei jeder Berührung, Erschütterung u. s. w. antwortet das Thier mit dem Einziehen der Fühler, und daraus, daß diese oder irgend welche sonstige Erscheinungen bei der Erzeugung von Tönen in der Nähe des Thieres nicht eintreten, würde zu folgern sein, daß die Töne nicht gehört werden. Es ergab sich aber aus dem folgenden Versuche, daß die Schnecken nicht taub sind: „Ich nahm, um mir über die Einwirkung der Töne auf Helix pomatia (große Weinbergsschnecke) Klarheit zu verschaffen, ein Instrument, das Cello, zu Hülfe. Strich ich nun in unmittelbarster Nähe des Thieres die Saiten fest an, so erfolgte doch keinerlei Reaktion des sorglos weiter kriechenden Thieres. Anders jedoch, wenn ich die Schallwellen nicht durch die Luft, sondern durch feste Körper zuleitete. Ich nahm, um jede direkte Erschütterung des Thieres zu vermeiden, ein längeres Stück des feinen Kupferdrahtes, mit welchem die C-Saite des Cello umsponnen ist, und band ihn an die genannte Saite des Instrumentes fest. Das andere Ende führte ich unter der Fußsohle des Thieres hin, mit welcher es auf einem auf den Tisch gelegten Stück Papier ruhte. Sobald nun das Thier, mit den ausgestülpten Fühlern nach den Seiten hin tastend, ruhig weiter kroch,

strich ich in Entfernung von etwa 1 Meter von dem Thiere die C-Saite fest an. Sofort zog die Schnecke die Fühler rasch ein, um sie bald darauf wieder auszustecken, bei neuen Strichen aber sogleich wieder einzuziehen. Es dürfte durch dieses Experiment wohl dargethan sein, daß die Heliciden die Töne nicht aus der Luft aufnehmen, sondern durch den Boden, auf dem sie kriechen, zugeleitet bekommen, gleichviel, ob dabei mehr der Ton oder die Erschütterung zur Wahrnehmung gelangt; denn um etwas anderes wie um Erschütterung handelt es sich schließlich bei der Schalleitung durch feste Körper nicht." (e.) Wenn es erlaubt ist, die Ergebnisse dieser Beobachtung auf alle Schnecken auszudehnen, welche mit breiter Fußsohle kriechen, so würden diese Thiere die Schallwellen nicht durch die Luft, sondern durch die Unterlage, auf welcher sie kriechen, zugeleitet erhalten; dem entspricht die Lagerung der Gehörblase im Körper des Thieres: unmittelbar auf der Fußsohle, nicht im Kopfe. Dagegen bei den Kielfüßern (Heteropoden), — welche den Schnecken in jeder Beziehung so nahe stehen, daß sie zu ihnen gerechnet werden, — bei denen aber der Fuß in eine Schwimmflosse umgewandelt ist, — findet sich die Hörblase im Kopfe, unmittelbar unter der äußeren Haut: also den Schallwellen des Wassers und der Luft zugänglich.

Eine sorgliche „Diätetik" des Hörorgans ist um so wünschenswerther und nothwendiger, als die Erkrankung desselben außerordentlich häufig vorkommt und in viel höherem Grade verderblichen Einfluß auf den allgemeinen Gesundheitszustand, sowie auf die Lebensdauer, des Betroffenen auszuüben vermag, als es z. B. Augenkrankheiten können. Nur darin sind die Leiden beider Sinnesorgane sich ähnlich, daß sie den geselligen Verkehr, die Berufsarbeit und den Lebensgenuß beinahe in gleich hohem Grade beeinträchtigen, wenn auch hier wieder das Schwergewicht auf Seiten der Ohrkrankheiten liegt, weil durch diese wesentlich der geistige Verkehr, die unmittelbare Mittheilung in der Gedankenwelt geschädigt wird. Trotzdem werden Störungen des Gehörsinnes in der Regel von den Betroffenen Anfangs sehr wenig beachtet, — durch Anwendung von Hausmitteln und Pfuschkuren verschleppt, — und so künstlich zu unheilbaren Krankheiten groß gezogen!

Es mag diese ungenügende Beachtung mit davon herrühren, daß bei jedem erheblicheren Katarrh der Nasenschleimhaut (Schnupfen) der untere Theil der Ohrtrompete in Mitleidenschaft geräth, und daß die bei diesem „Tuben-Schnupfen" eintretende Schwerhörigkeit und andere krankhafte Erscheinungen gewöhnlich mit dem Ablaufe des Katarrhes von selbst verschwinden. Der Kranke meint dann, das müsse sich in anderen Fällen wiederholen und erträgt selbst die bei dem selbstständig auftretenden „akuten Katarrh" des Ohres erfolgende Schwerhörigkeit, welche nicht selten für den geselligen Umgang einer gänzlichen Taubheit sich nähert, längere Zeit, bis ihm endlich das Gefühl von Schwere, Druck und

Fülle in den Ohren, der Nachlaß des Kräftezustandes, die Störung der Nachtruhe, heftige ziehende Schmerzen im Gehörgange und den unteren Zähnen, peinigende Qualen des fortwährenden Klopfens, Hämmerns und Läutens im Ohre keinen Zweifel mehr übrig lassen, daß der Krankheitszustand sich verschlimmert, und nun endlich an rechter Stelle von ihm Hülfe gesucht wird. Trotz dieser bleibt lange Zeit das dumpfe und schwere Gefühl im Ohre und im ganzen Haupte sowie die Schwerhörigkeit bestehen. Die lästigen Geräusche des Knisterns und Knatterns im Ohre werden durch Schluckbewegungen bis zum Unerträglichen erhöht, und wenn auch das Leiden allmälig (oder in seltenen Fällen sogar plötzlich) aufhört, so bleibt doch Neigung zu Rückfällen noch längere Zeit. Der Leidende kann in solchen Fällen kaum etwas anderes thun, als durch stündlich wiederholtes andauerndes Ausgurgeln des Schlundes mit schwach lauem Wasser von etwa 20 bis 24°R. (= 25 bis 30°C.), durch täglich zwei bis drei Mal wiederholtes Ausspritzen des äußeren Ohres mit ebensolchem Wasser, durch Sorge für reichliche Leibesöffnung und Vermeiden jeder Erhitzung, (welche Aufenthalt in heißen Räumen, anhaltendes Sprechen, Singen oder Lachen, schnelles Laufen und andere Muskelbewegungen, sowie der Genuß berauschender Getränke oder starken Kaffee's und Thee's mit sich bringen), die äußeren Bedingungen herzustellen, unter denen derartige Krankheitszustände erfahrungsgemäß sich am schnellsten in den normalen Gesundheitszustand wieder zurückbilden. —

Die Sinnesorgane des Hörens wie des Sehens werden häufig zum Ausdruck des Gesundheitszustandes im Gesammtorganismus durch ihr Wohlsein oder ihre Erkrankung. Wie bei den Augen vorzugsweise die Ueberanstrengung (sei es nur des Auges selbst, sei es des ganzen Körpers, oder besonders des Denkorganes) die Sehverrichtung benachtheiligt, — so ist es beim Gehörorgan vorzugsweise die Luftverschlechterung in den Zimmern und in den Städten, welche ebensowol geringere Empfindlichkeit im Wahrnehmen der Schallwellen hervorzurufen scheint, als sie unzweifelhaft das Eintreten von Gehörleiden nicht nur begünstigt, sondern geradezu verursacht, und namentlich die schon bestehende Krankheit zu einer langwierigen (chronischen) macht. Die Schleimhaut des inneren Ohres setzt sich ununterbrochen in die Schleimhaut der Nase und des Mundes fort, und da wir mit diesen Theilen zunächst mit der verdorbenen Luft in Berührung kommen und den in ihr enthaltenen Schädlichkeiten oder Krankheitskeimen eine Aufnahmestätte gewähren, — da ferner die einzelnen Theile des menschlichen Leibes nicht selbstständig und vereinzelt leben, sondern untereinander organisch verbunden in unserem Organismus ein gemeinsames Leben führen, — so erhellt hieraus, daß der nachtheilige Einfluß, welchen verdorbene Luft zunächst auf die Schleimhaut des Anfangs der Athmungsorgane, des Schlundes und der Nase ausübt, sich unmittelbar auch fortsetzen kann auf die Schleimhaut der Paukenhöhle und von dieser auf die Häute des Labyrinthes und der Schnecke. Nun verdickt sich aber jede feuchte Haut bei beginnender wie bei andauernder „Entzündung". Diese Anschwellung muß im Inneren des Gehörorganes, wo so zarte Organe in engen Räumen sich befinden, nothwendiger Weise eine erhebliche Störung hervorrufen. Die starre Knochenwandung vermag nicht nachzugeben. Die

schwellende Haut preßt und drückt auf den Nervenapparat des Ohres und bringt hierdurch theils subjektive Gehörempfindungen hervor (Sausen, Klingen, Klopfen, Läuten), theils behindert oder hemmt sie die Nervenleitung (also Lähmung durch Druck: Schwerhörigkeit, Taubheit). Es ist besonders die schlechte Luft der Schulzimmer, der Schlafzimmer, der Arbeitsräume und der meisten Restaurants anzuklagen, wozu bei vielen Männern noch die übele Angewöhnung des Rauchens kommt (während der Gebrauch des Schnupftabaks im Gegentheile sich für die Schleimhäute der Augen und des Gehörorganes vortheilhaft erweist.

Will man den Gehörleiden nachdrücklich vorbeugen, so sorge man für frische, gute, beständig (!) erneuerte Luft in allen Wohnräumen, für reichliche Bewegung im Freien, ohne sich der Morgenkälte und Abendkühle zu sehr auszusetzen, für warme und trockene Bekleidung der Füße, Beine und des Unterleibes, für gute Körperhaltung beim Sitzen ohne Vorbeugung und Druck, sowie für regelmäßige tägliche Ausleerung. Die Vernachlässigung der letzten drei Vorsichtsmaßregeln dürfte bei Frauen und Mädchen die meisten Gehörleiden verursachen, wie denn auch erfahrungsgemäß sorgfältige Beachtung dieser Vorschriften in vielen Fällen allein hinreicht, das Leiden wieder zu beseitigen.

Sehr wichtig ist für Gehörkranke richtige und reichliche Ernährung, verbunden mit sorgfältiger Hautpflege, welche im Winter durch zwei bis drei Mal wiederholte warme Bäder und im Sommer durch Flußbäder geregelt wird. Nur hüte man sich ebenso vor dem Uebermaße, namentlich der sogenannten „Kaltwasserkuren“, und vor jedem Einfluß, welcher Blutzudrang nach dem Kopfe hervorrufen könnte. In letzterem liegt der Grund, weßhalb nach dem „Flußbade“ ein längerer Spaziergang nothwendig ist, während sitzender Aufenthalt im Freien die gute Wirkung des Bades in das Gegentheil wandelt, und weshalb den meisten Gehörkranken „Seebäder“, ja bereits der Aufenthalt an der Meeresküste eher die Krankheit verschlimmert als bessert. — Wie bei allen Erkrankungen der Sinnesorgane die örtliche Fürsorge zwar nothwendig ist (und beim Ohr besonders die peinlichste Sorge für Reinlichkeit), so gehört doch unumgänglich zur Vorsorge wie zur Heilung die allgemeine Behandlung des Organismus.

Ganz besonders wichtig ist dies in denjenigen Fällen, wo als Begleitung oder Nachfolge eines Ohrenleidens Eiterung des Ohres eingetreten ist. Hier sind Badekuren und Reisen, Aufenthalt in klimatischen Kurorten um deßwillen so nützlich und nothwendig, weil sie mit längerem und wo möglich mit unausgesetztem Aufenthalt in freier, reiner Luft verbunden sind. Bei allen derartigen Kuren ist das Leben außerhalb des Hauses (während des ganzen Tages) eines der wichtigsten Kurmittel, wenn nicht das wichtigste! Neben ihm dürfte bei Ohreiterungen ganz besonders eine kräftige Ableitung auf den Darm und Beförderung der Ausleerungen desselben von größter Tragweite sein. Nicht nur die „Augenleiden werden im Bauche behandelt“, wie ein berühmter, alter Augenarzt sagte, sondern auch die Ohrenleiden.

Das Ohren-Tönen, die lästigen subjektiven Gehörsempfindungen durch regelwidrigen Druck der angeschwollenen Häute in Mittelohr und Labyrinth vorzugsweise veranlaßt, bedarf ebenfalls der freien Luft, wo möglich während der

ganzen Tageszeit und besonders der reichlichen Körperbewegung in freier Luft. Der Aufenthalt in sehr hohen Gebirgen ist Vielen eben so nachtheilig, als fast Allen der Aufenthalt am Meer; aber eine Luftkur von einigen Monaten Dauer im Mittelgebirge, besonders wenn sie mit Baden in einem Gebirgssee verbunden sein kann, pflegt fast in allen Fällen sehr günstigen Einfluß zu üben.

Noch eines ist zu erwähnen. In Deutschland, und nur in Deutschland, — haben Gehörleidende die übele Gewohnheit, sich mit einem großen, dicken „Baumwollenpfropfen" den äußeren Gehörgang so zu verschließen, wie man sonst etwa den Hals einer Flasche verstopft. Hierdurch wird Erhitzung des Organes hervorgerufen, die man gerade vermeiden soll und will. Zur Winterszeit bei rauhem Winde ist es wohl zweckmäßig, mit ein wenig Baumwolle (höchstens in der Größe von zwei Erbsen) beim Ausgehen, namentlich beim plötzlichen Uebergang aus sehr heißen Räumen in die kalte Abendluft, den Gehörgang zu verschließen; allein sobald man das Zimmer wiederum betritt, ist dieser Verschluß zu entfernen, und darf innerhalb der Wohnräume nicht getragen, am wenigsten aber Tag und Nacht unausgesetzt im Ohr behalten werden! — Gar manche glückliche Heilung eines Gehörleidens, namentlich die Empfindung subjektiver Töne, wie des Rauschens eines Wasserfalles, fernen Geschreies u. s. w. ist nur dadurch bewerkstelligt worden, daß der Arzt den Kranken von seinem Baumwollstopfen befreite. Beim Gesunden reicht die Verstopfung des Ohres mit Baumwolle allein hin, um nach einiger Zeit Ohrensausen hervorzurufen.

---

a. Dr. A. Politzer, Gesellschaft der Aerzte in Wien. (Sitzung vom 20. Dec. 1867.) Die Gehörknöchelchen sind nach Ludwig die Beruhigungsorgane für das Gehörorgan, während sie zugleich der Zuleitung der Schallwellen dienen. — **b.** Vergl. Wundt, Handbuch der medicinischen Physik. (Erlangen, 1867.) — **c.** Helmholtz, die Lehre von den Tonempfindungen. (Braunschweig, 1862.) — Eine mechanische Erschütterung der Endorgane unseres Gehörnerven wird durch Fortleitung des Reizes in diesem für uns zum Gefühl des Schalles. Demgemäss erregen auch andere Reizungen des Gehörnerven dessen specifische Thätigkeit und werden für uns zu Gehörsempfindung; dies entdeckte schon 1801 Volta für die Reizung durch galvanische Strömungen. Die Erkenntniss dieser Thatsache ging später verloren, wurde vielfach bezweifelt und in neuester Zeit von Dr. Brenner in Petersburg durch Versuche wieder erwiesen. (Brenner, in: Deutsches Archiv für klin. Med. IV, 3. Leipz. 1868.) — **d.** Urban Pritchard: The organ of Corti in mammels. (Lancet, 1876, p. 552.) — **e.** Die Gehörwerkzeuge der Mollusken in ihrer Bedeutung für das natürliche System derselben von Herm. v. Ihering (Sitzungsber. d. phys.-med. Societät Erlangen. 1877, 9.)

Sprache und Gesang.

[Die Sprachwerkzeuge: Blasebalg, Anblaserohr, tönendes Instrument, Ansatzstück. — Kehlkopf. Stimmbänder. — „Zungenpfeifen". — Schallschwingungen. Harmonie. Klangfarbe. — Kehlkopfspiegel. — Ton-Bildung im Kehlkopfe. Umfang der Stimme. Register. — Buchstaben-Bildung. — Vokal-Bildung. — Geistige Thätigkeit beim Sprechen: Vorstellung, Gedächtniß, Willensanstoß. — Sprachmangel. — Ursache des Nichtsprechens bei Thieren. — Hirnrinde. — Diätetik für Redner und Sänger. — Musik. — Mimik.]

„Frei vor Gott und Menschen das Haupt
Zu tragen, laß eine Regel dir nennen:
Nichts, was dein Herz nicht innig glaubt,
Sollst mit den Lippen du bekennen.
(Gottfr. Kinkel.)

Durch welche Hülfsmittel und auf welche Weise entsteht die menschliche Stimme? — Welche Organe sind thätig beim „Sprechen" und beim „Singen"?

Dies sind Fragen, welche erst seit wenigen Jahrzehnten in der Naturwissenschaft eine genügende Beantwortung erhalten können; erst seitdem die „Wissenschaft vom menschlichen Körper und seinen Verrichtungen" (Physiologie) nicht mehr vereinzelt da stand, sondern von den verwandten Naturwissenschaften bei ihren Untersuchungen mit Rath und That unterstützt wurde, ja sich mit ihnen zu selbstständigem Arbeiten verband, — und seitdem auch die „Musik" aus der engen Begrenzung einer mehr durch mündliche Ueberlieferung als durch schriftliche Aufzeichnungen fortgepflanzten Kunst eintrat in den weitern Kreis einer wirklich wissenschaftlichen, ernstern Bearbeitung, — erst seit jener Zeit vermochte man

die Hülfsmittel zu durchschauen, deren wir uns unbewußt beim Sprechen und Singen bedienen.

Die Frage nach der Entstehung der menschlichen Stimme ist eine weitschichtige; ihre Beantwortung ist schwierig, wenn nicht genügende Vorkenntnisse über Entstehung und Fortleitung des Schalles und der Töne vorhanden sind. Mit wahrem Widerwillen bemerkt der Sachkenner, wie Sänger und Gesanglehrer (nicht in Besitz der nöthigen Vorkenntnisse, und weit entfernt, auch nur die Vorhalle des Tempels der Wissenschaft betreten zu können) leichtfertig und leichtsinnig über das Singen und über die Art und Weise, in welcher der Ton zu Stande kommt, zu sprechen und zu schreiben pflegen. Wenn Sangeskunst in Deutschland dem Verfall entgegengeht, so hat daran der Gesanglehrer und der Componisten ungenügende Kenntniß von Leistungsfähigkeit und Bedürfnissen des menschlichen Stimmorgans die größte Schuld.

Wir haben früher (S. 323 u. f.) darauf aufmerksam gemacht, wodurch sich Geräusch, Schall, Laut, Ton und Klang von einander unterscheiden. Beim Singen wie beim Sprechen hat man die Absicht, Geräusche nach Möglichkeit auszuschließen und zu vermeiden. Es handelt sich zunächst zur Bildung der Vokale, beim Sprechen wie beim Singen, um „Töne“. Je reiner, je gleichmäßiger wir die Schallwellen erzeugen, um so besser wird die Grundlage des Singens und des Sprechens sein. Aber nur die Grundlage! Denn wie es unserm Ohr nicht gleichmäßig klingt, wenn ein und derselbe Ton von einer Posaune oder einer Geige, einem Waldhorn oder einer Flöte hervorgebracht wird, so kann auch beim Singen und Sprechen die Klangfarbe des Tones sehr verschieden ausfallen. Die Klangfarbe des Geräusches hängt in der Regel nur von der Art und Weise ab, in welcher das Geräusch hervorgebracht wird; die Klangfarbe des Tones dagegen wird ebensowol bestimmt durch das hervorbringende Instrument, als durch die Art und Weise, in welcher die Schallwellen fortgeleitet wurden. Wir können mit einem und demselben tönenden Mundstücke sehr verschiedene Klangfarben eines Tones von gleicher Höhe hervorbringen, je nachdem man das Ansatzrohr in irgend einer Weise abändert, welches die Tonwellen vom Mundstücke aus in die freie Luft fortleitet.

Die menschlichen Sprachwerkzeuge nun (sowol was das tönende „Mundstück“ als das „Ansatzrohr“ betrifft) sind keine anderen, als die menschlichen Athemwerkzeuge. Mit jener erhabenen Einfachheit, welche

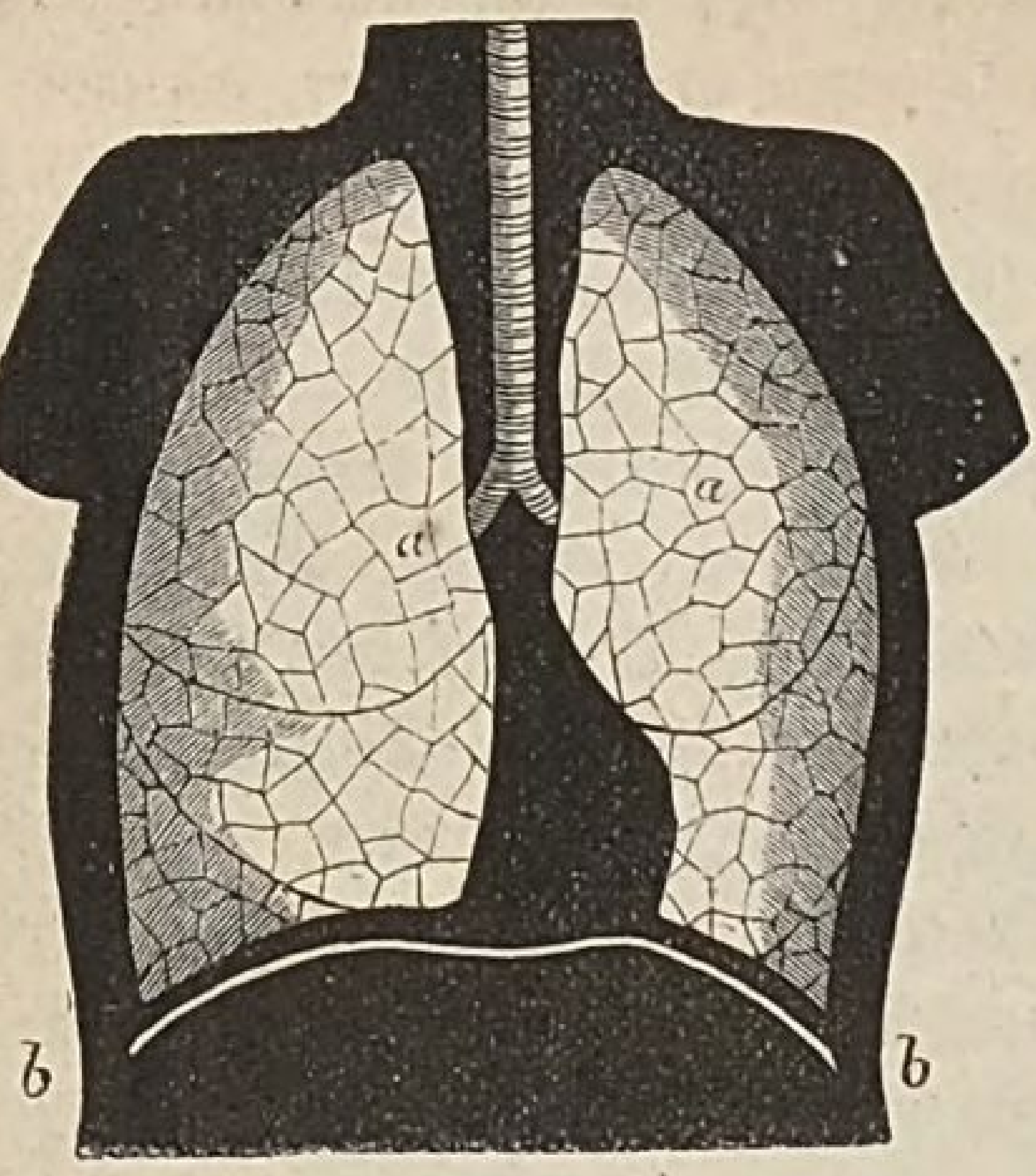


Fig. 118. Durchschnitt durch die Brust in vereinfachter Zeichnung.

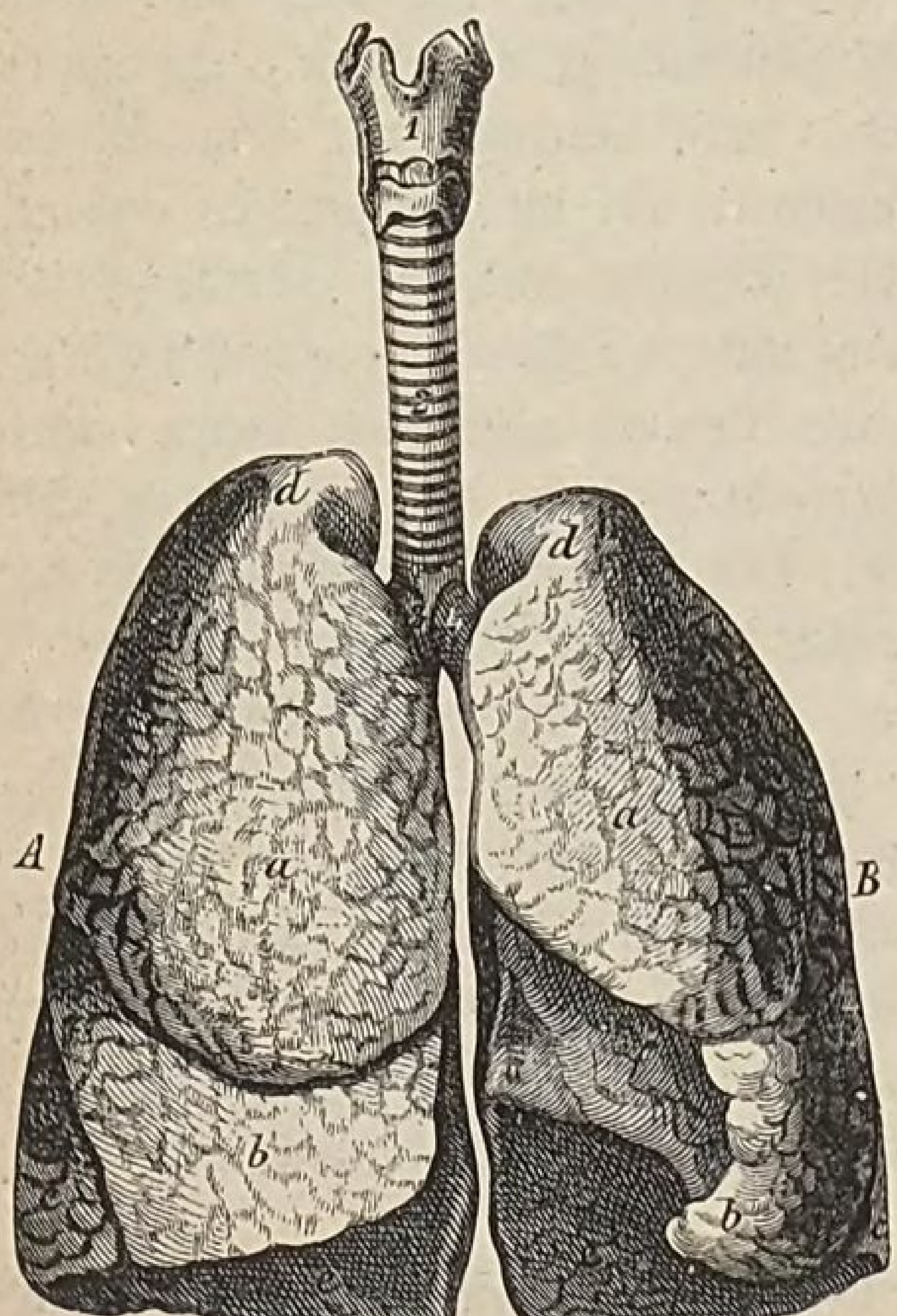


Fig. 119. Lunge, Luftröhre und Kehlkopf von vorn gesehen.

der Natur überall eigenartig ist, welche sie zweckmäßige Mittel gleichzeitig für verschiedene, oft ganz entgegengesetzte Zwecke wirksam anwenden läßt, mit eben dieser Einfachheit sind auch die Organe des Athmens in unserem Körper gleichzeitig zu dem tongebenden Werkzeuge, zum musikalischen Instrumente gemacht.

Sehen wir uns die Athemwerkzeuge näher an, soweit dies zunächst zu dem vorliegenden Zweck nöthig ist. — Denken wir uns einen Menschen von rechts nach links durchschnitten, so finden wir die Athemwerkzeuge im Innern seiner Brust so geordnet, daß zu beiden Seiten vom Schlüsselbeine aus bis herunter zu dem Zwerchfell die beiden Lungen (Fig. 118, a, a) den größten Theil des Brustraumes einnehmen. Es sind ziemlich umfangreiche Säcke, durch Einschnitte in Lappen getheilt; der Lungensack der rechten Seite ist etwas größer; der linke Lungensack hat unten eine Einbuchtung, weil das Herz einen Theil des Raumes einnimmt. Diese beiden Lungen ruhen nach unten auf der Querscheidewand, welche die Brust von der Bauchhöhle trennt: das Zwerchfell (b, b), eine quer zwischen Brust und Bauch ausgespannte Haut, durch die Baucheingeweide ein wenig nach oben eingebogen.

Aus jeder Lunge führt eine breite Röhre nach innen, und diese beiden Röhren vereinigen sich zu einem gemeinsamen größern Rohre, welches in der Brust gerade in die Höhe und bis zum Halse emporsteigt: die Luftröhre. Diese Röhre nun trägt in ihrem obersten Theile eine Erweiterung, und diese Erweiterung nennt man den Kehlkopf, im gewöhnlichen Leben den „Adamsapfel".

Nimmt man Lunge und Luftröhre aus der Brust heraus, so sieht man den Kehlkopf (Fig. 119, 1) oben an der Luftröhre (2), welche zwei Aeste (3, 4) in die rechte (A) und linke (B) Lunge abgibt. Jede Lunge hat 3 Lappen (a, b, c), eine Spitze (d) und eine breite Grundfläche (e), welche auf dem Zwerchfell aufruht. Für das Herz zeigt die linke Lunge einen Hohlraum (f).

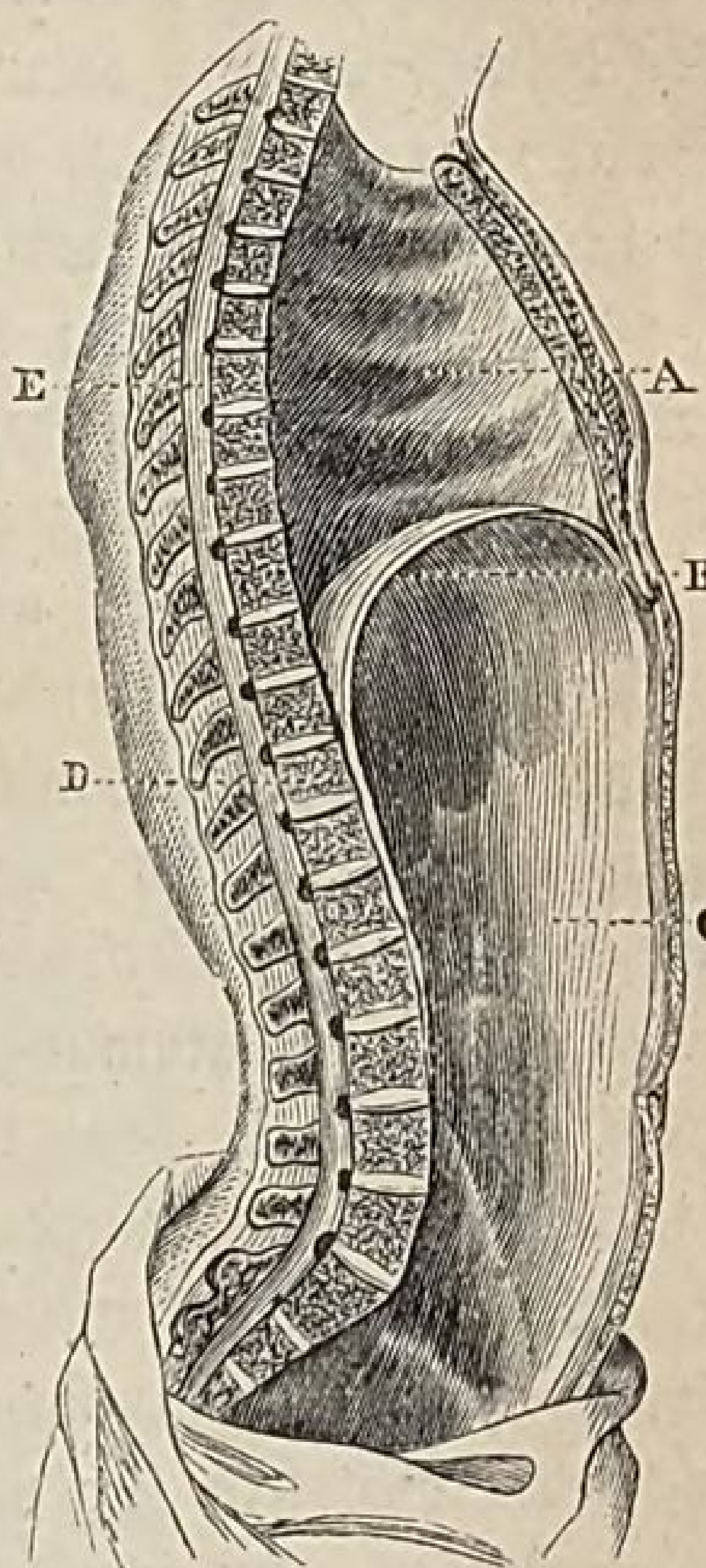


Fig. 120. Längsdurchschnitt durch den Rumpf, von vorn nach hinten.

(Brust- und Bauch-Eingeweide entfernt.)

A Hohlraum der Brust, — welcher durch B, das Zwerchfell, von C, dem Hohlraum der Bauchhöhle getrennt wird. — D Stachelfortsätze der Wirbel, — vor welchen E, das Rückenmark im Wirbelkanale liegt, — und vor dem Rückenmarke befinden sich die durchschnittenen Wirbelkörper, durch elastische Scheiben von einander getrennt.

Beim Einathmen erweitern sich Brust und Lungen; die Lungen saugen sich dabei voll Luft; beim Ausathmen wird die eingesogene Luft aus den Lungen heraus durch die Luftröhre und durch den Kehlkopf getrieben. Dabei werden die tonerzeugenden Organe des Kehlkopfes angeblasen.

Die Erweiterung der Lungen beim Einathmen wird auf doppeltem Wege gleichzeitig hervorgebracht. Eines Theiles werden die gekrümmten (nach Art der Dachziegel übereinander liegenden) Rippen gehoben, dabei mit ihrer Wölbung nach außen gedreht, so daß sie den Querdurchmesser der Brust vergrößern; — anderen Theiles zieht sich das nach oben gewölbte Zwerchfell (Fig. 120, B) zusammen und macht dadurch die Wölbung flacher, d. h. weniger nach oben hervorragend, verlängert also den Längsdurchmesser der Brust. In Folge der Raumvergrößerung der Brusthöhle dringt die Luft von außen durch Nase und Mund ein in die Lungen und

dehnt diese aus. — Die Einathmung erfolgt durch Muskelkraft; die Ausathmung bewirkt die Elasticität, vermöge welcher die Rippen ihre frühere Stellung wieder einnehmen und das Zwerchfell von der (in Magen und Darm immer vorhandenen) Luft wieder in die Höhe gedrängt wird. Wer beim Sprechen oder Singen einen „langen Athem" haben will, muß tief einathmen und die Wirksamkeit der elastischen Kräfte durch Anspannen der Muskeln mäßigen. —

Für die Erzeugung des Tones sind die „Lungen" der Blasebalg, der (wie der Blasebalg der Orgel) den Wind einsaugt und wieder von sich gibt und dem tonerzeugenden Instrumente zuführt. Die „Luftröhre" ist das Anblaserohr, welches die Luft in einem geraden, abgerundeten Strome gegen das tönende Instrument hinführt. — Wir haben also beim Singen und Sprechen mit Hülfe der Lungen und der Luftröhre die für Erzeugung des Tones nothwendige Luft zu liefern. Die Lungen ziehen sich aber selbstständig zusammen mittelst der in ihnen befindlichen Organe; die Ausathmungsmuskeln dürfen und sollen nicht die Luft vorwärts stoßen nach dem tönenden Instrumente. Dies bildet eine große Schwierigkeit beim Singen, sowie beim Spiel der Blasinstrumente: die Muskeln der Ausathmung allmälig nachzulassen, so daß die Lunge sich nicht zu plötzlich zusammenzieht. Immer ist langsames, allmäliges „Anziehen der Muskeln für uns leichter, als allmäliges „Nachlassen". Versuchen wir es, ein schweres Gewicht langsam in die Höhe zu heben, so wird dies leicht gelingen; versuchen wir aber, durch Nachlassen der Muskeln es langsam auf den Boden zu setzen, so erfordert das viel mehr Anstrengung, und wir werden leicht in eine zitternde Bewegung verfallen. Dies ist eine der Ursachen, weshalb die Töne beim Singen und Sprechen im Alter oder nach Krankheiten leicht unsicher, vibrirend, tremulirend werden. Bei jungen, kräftigen Personen entsteht das Nämliche in Folge mangelhafter Ausbildung oder durch unartige Angewöhnung. In Frankreich und Italien ist gegenwärtig das Tremuliren Modesache geworden und bildet im Verein mit dem übermäßigen Schreien eine Hauptursache vom schnellen Ruin der Sänger.

Blasebalg (Lungen) und Anblaserohr (Luftröhre) bilden die erste Abtheilung des stimmbereitenden Instrumentes in unserm Körper; die zweite Abtheilung ist das eigentliche tönende Instrument: der „Kehlkopf", in dessen Innern der tönende Apparat: die „Stimmbänder" sich befinden. Wenn die von den Lungen gelieferte Luft durch den Kehlkopf hindurch

geht und die im Kehlkopfe befindlichen Stimmbänder anbläst, so gelangt sie aus dem Kehlkopfe in das Ansatzrohr der menschlichen Stimmorgane, welches aus Schlund, Mundhöhle und Nase besteht. — Wir wollen jetzt das tönende Instrument und sein Ansatzrohr im Einzelnen betrachten.

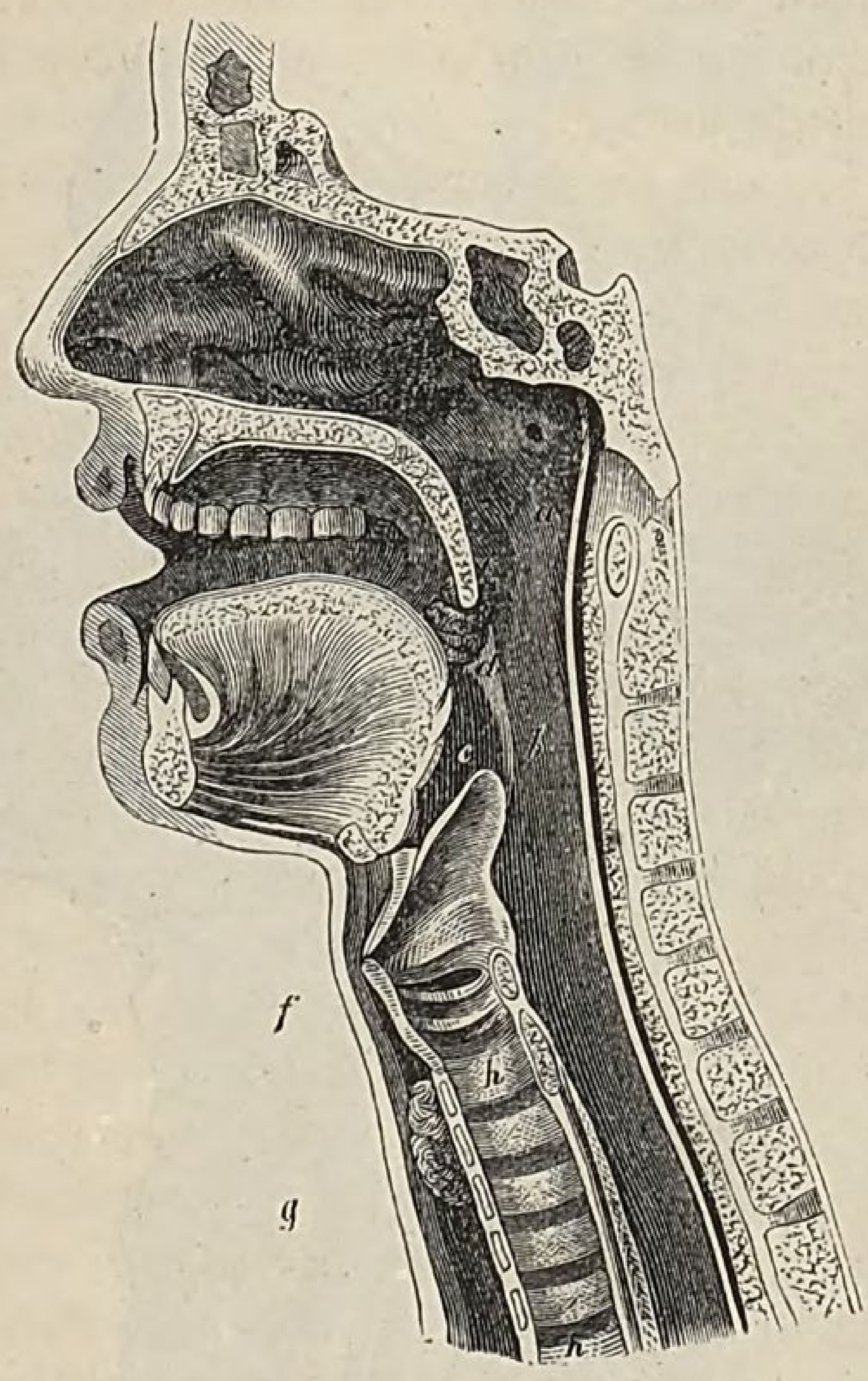


Fig. 121. Nase, Mund und Hals, in der Mittellinie durchschnitten.
a Der Theil des Schlundes, welcher hinter Nasen- und Mundhöhle liegt und sich unmittelbar in b die Speiseröhre fortsetzt. — c Das Zäpfchen, am weichen Gaumen hängend; — unter und hinter ihm die (rechte) Mandel, sowie d die Gaumen-Schlundfalte des weichen Gaumens. — e Die „kahnförmige Grube“ zwischen Zunge und Kehlkopfdeckel; — unterhalb des letzteren die Innenfläche des von vorn nach hinten durchschnittenen Kehlkopfes und in der Höhe von f das (rechte) Stimmband, von vorn nach hinten gehend. — Weiter unten in der Höhe von g die Schilddrüse vor h h der Luftröhre.
(Die Abbildung zeigt im Interesse größerer Verständlichkeit die Speiseröhre, den Schlund und den hinteren Nasen-Eingang etwas breiter, als sie wirklich sind. Die richtige Lage der Theile ist auf Tafel V, VI „die inneren Organe des Menschen“ abgebildet.)

Mit einem Blick können wir das Verhältniß dieser Theile übersehen an einem Durchschnitte von vorn nach hinten durch Mund und Hals

(s. die Doppeltafel: „Die innern Organe des Menschen"). Bei Betrachtung eines solchen Durchschnittes (Fig. 121) sehen wir zunächst die Zähne: die Schneidezähne in der untern und obern halb durchschnittenen Kinnlade, die Backzähne in der obern Kinnlade, das Gewölbe des harten Gaumens

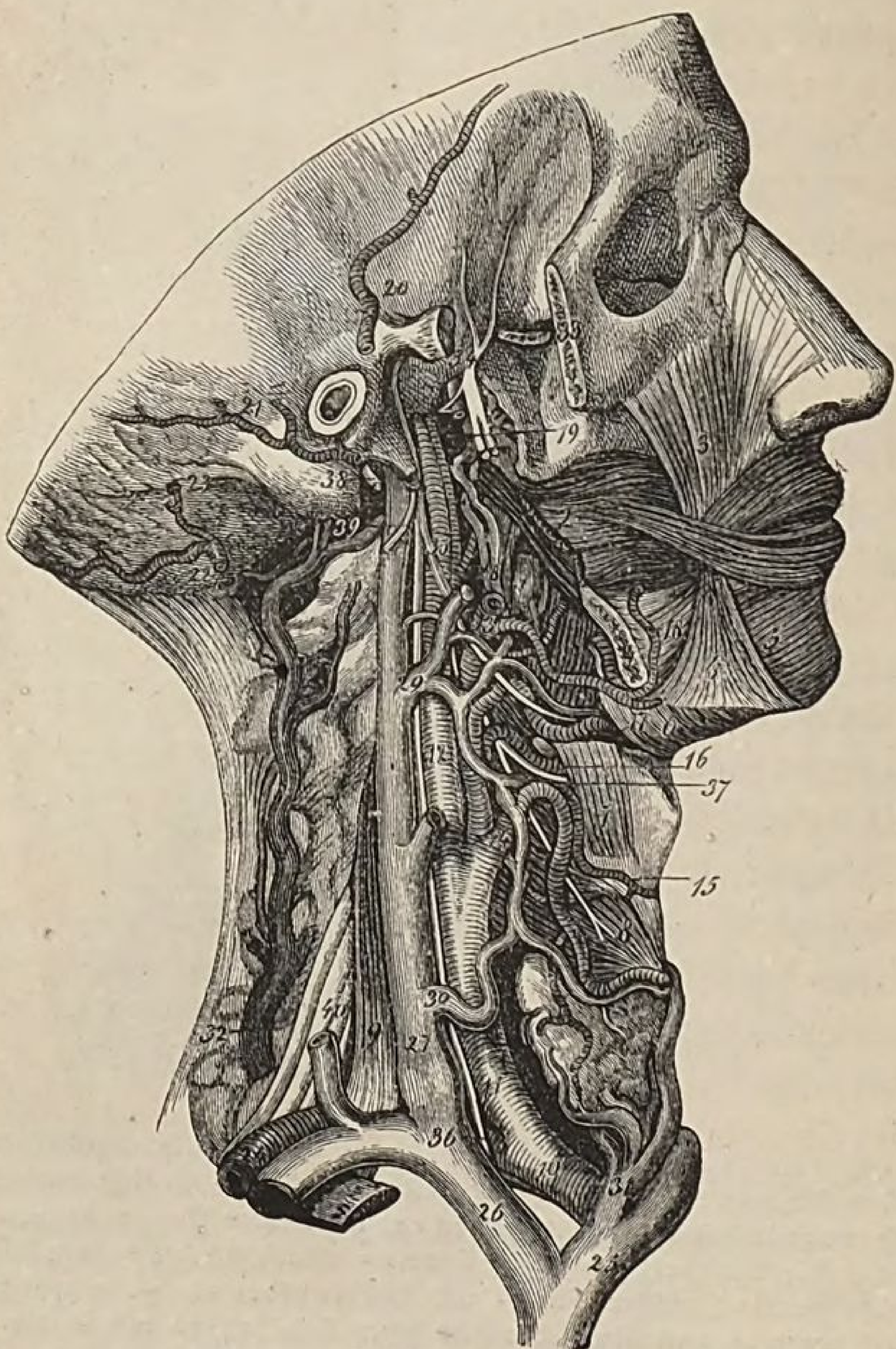


Fig. 122 (Erklärung: Seite 68.)

begrenzend. An dem durchschnittenen harten Gaumen hängt nach hinten das ebenfalls durchschnittene Zäpfchen herunter. Im Innern der Mundhöhle liegt der Zungenmuskel, strahlig mit seinen Muskelfasern verlaufend, innen in der Gegend des Kinnes und des obern Halstheiles durch An=

wachsung befestigt. Unter der Zunge liegt der Kehlkopf, durch seinen Deckel, den „Kehlkopfdeckel“, geschützt; in der Höhe von f befinden sich im Kehlkopf von vorn nach hinten zwei Stimmbänder, welche wir später genauer kennen lernen werden. Unterhalb des Kehlkopfes (Fig. 121, h h) steigt die Luftröhre hinab in die Brust zu den Lungen.

Wenn der Luftstrom der Lungen durch die Luftröhre emporgestiegen ist und im Kehlkopfe die Stimmbänder durch Anblasen zum Tönen gebracht hat, so muß er durch die Spalte zwischen Zunge und harten Gaumen hindurchgehen; — geht er nicht oder nicht ganz durch diese Spalte, sondern gelangt er hinter Zäpfchen und weichem Gaumen durch die Nase, so hört man die bekannten Nasaltöne, welche weder beim Sprechen noch beim Singen zur Schönheit des Tones beitragen. — Der Kehlkopfdeckel klappt sich über die Oeffnung des Kehlkopfes wie der Deckel einer Schnupftabaksdose über die Oeffnung der Dose hinweg, also den Kehlkopf und damit den Zugang von oben nach den Stimmbändern verschließend. Dies ist deshalb nothwendig, weil Luftwege und Speisewege in dieser Gegend sich kreuzen. Die Luftröhre liegt am meisten nach vorn am Halse, hinter ihr befindet sich die Speiseröhre. Wollen wir nun Getränk oder einen Bissen in die Speiseröhre gelangen lassen, so müssen wir beim Hinabschlucken dies so einrichten, daß der Bissen über die

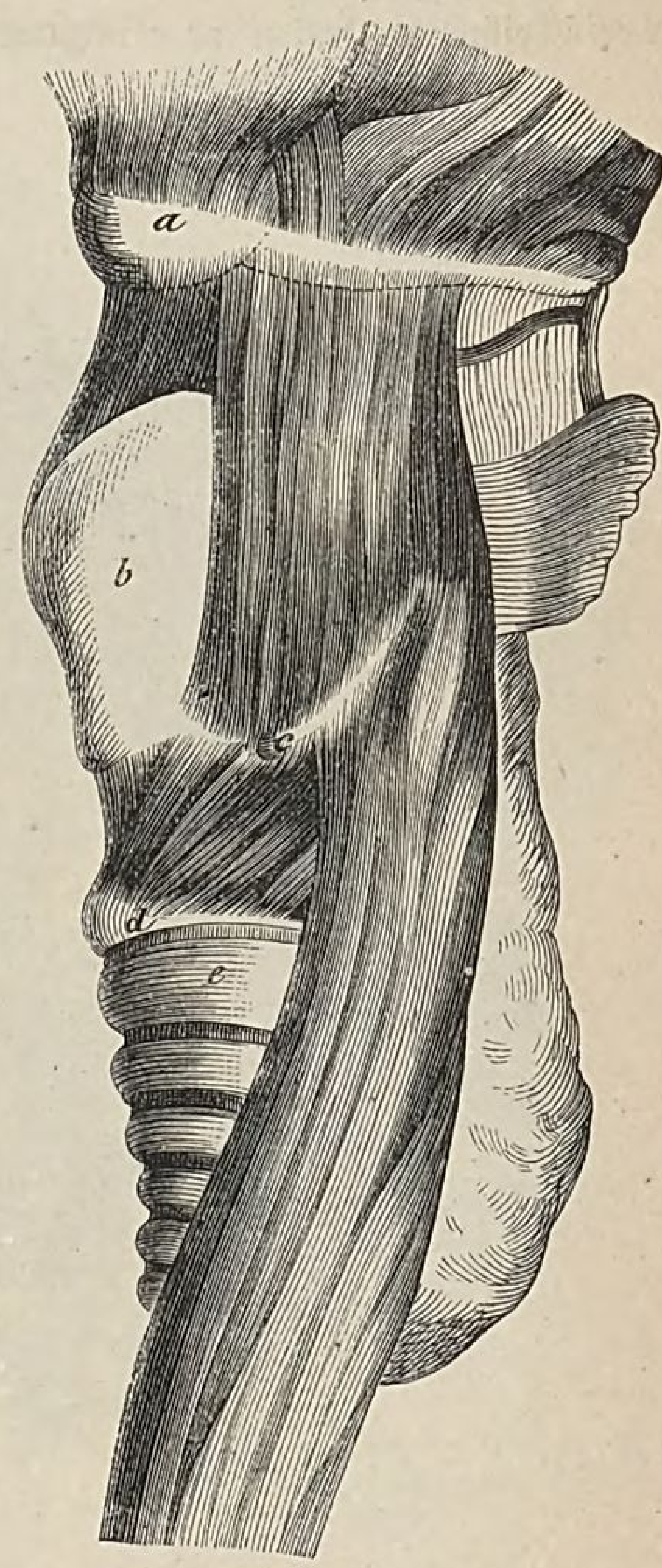


Fig. 123. Kehlkopf und Luftröhre von der Seite.
a Zungenbein. — b, c Schildknorpel. — d Ringknorpel. — e Luftröhre.

Oeffnung des Kehlkopfes hinweggleitet, und dazu dient der Kehlkopfdeckel, welcher, sobald die Zunge sich im Schlucken nach hinten und unten bewegt, von der Zungenwurzel gedrückt niederklappt, den Kehlkopf schließt und auf diese Weise den Bissen oder Schluck hinuntergleiten läßt in die Speise-

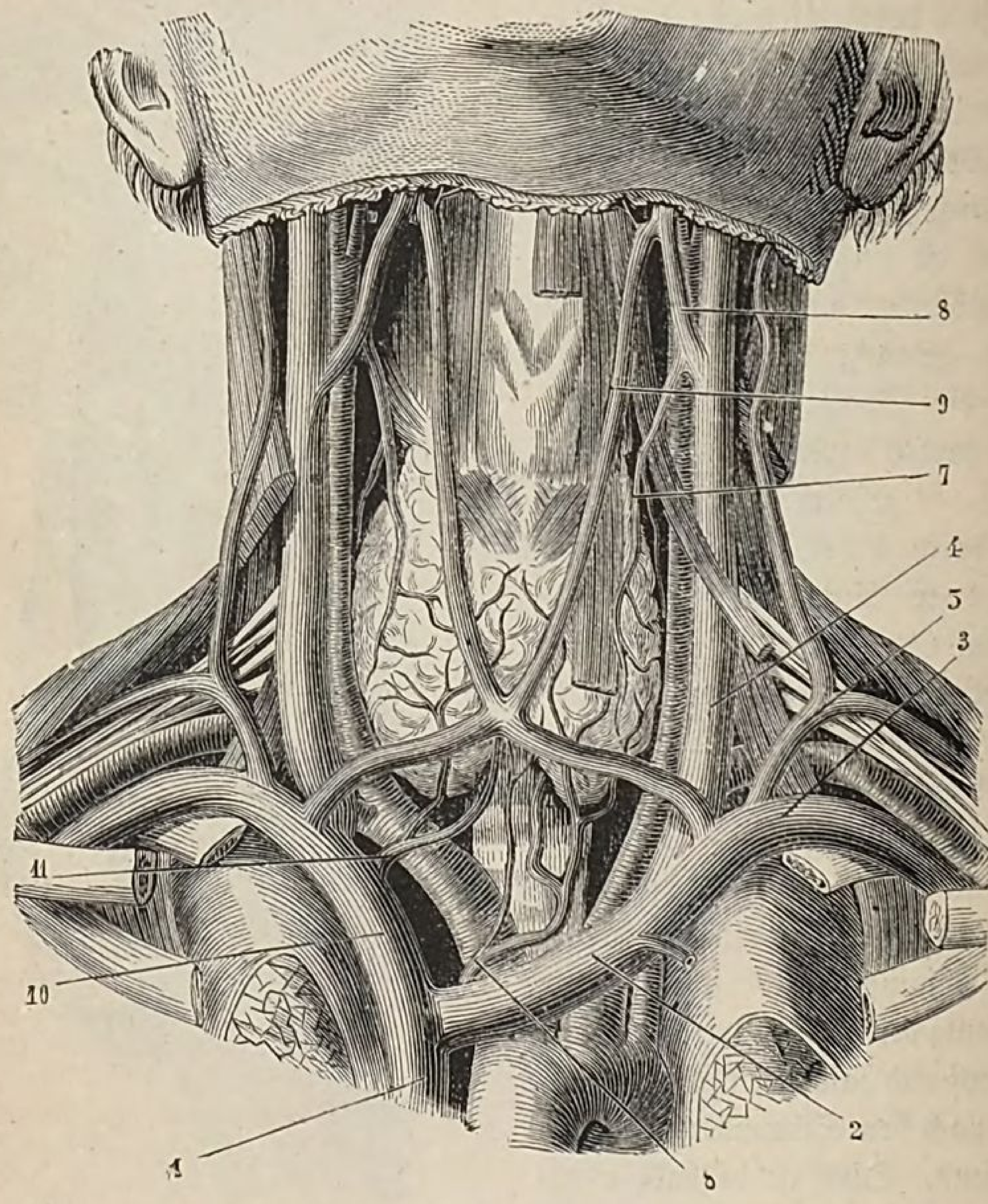


Fig. 124. (Erklärung: Seite 67.)

röhre; sobald aber nicht mehr geschluckt wird, öffnet er sich von selbst, weil er elastisch ist, und für gewöhnlich findet kein Hinderniß für Ein- und Ausathmung statt.

Man sieht den Kehlkopf von außen als sogenannten Adamsapfel am obern Theile des Halses bei mageren Personen hervorragen. Entfernt

man Haut und das unter der Haut sich befindende Zellgewebe, so liegt der Knorpel des Kehlkopfes frei zu Tage (Fig 122, zwischen den Zahlen 15 und 37).

Je mehr man von den Weichtheilen des Halses abtrennt, um so deutlicher tritt uns die Form des Kehlkopfes entgegen, welcher am „Zungenbein" (Fig. 123, a) durch Muskeln und Bänder aufgehangen mit seinem größten Knorpelstück, dem „Schildknorpel" (Fig. 123, b, c), nach vorn hervorragt. Muskeln setzen sich an ihn an; die Luftröhre hängt an ihm nach unten.

Von vorn sieht man am obern Theile des Halses bei nach oben bewegtem Kinn, wenn also die Haut gespannt wird, den Kehlkopf mit einer kleinen Einbiegung hervorragen (Fig. 124, in der Verlängerung der Striche bei 8 und 9). Diese Einbiegung wird durch den obern Rand des vordern Kehlkopfknorpels hervorgerufen.

Der menschliche Kehlkopf besteht aus weißem Knorpel. Entfernt man die an ihm befindlichen Weichtheile, so sieht man, daß die obersten Knorpelringe der „Luftröhre" (Fig. 125, 1) zunächst einen größern, nach oben sich erweiternden Knorpelring tragen (Fig. 125, 2), welcher seiner Gestalt wegen den Namen „Ringknorpel" erhalten hat. Ein starkes elastisches Band (3) verbindet ihn mit dem großen „Schildknorpel", welcher die Hauptmasse des Knorpels ausmacht, und an welchem man zwei Seitenplatten (4, 4) und zwischen denselben eine kleine Mittelplatte (5) unterscheidet. Nach oben laufen die Seitenplatten in zwei „Hörner" aus. Der Schildknorpel bildet den schützenden Schirm und Schild des Sprachorgans; er ist ziemlich hart, elastisch, und seine nach vorn unter einem Winkel mit dem Mittelstücke sich vereinigenden beiden großen Seiten-

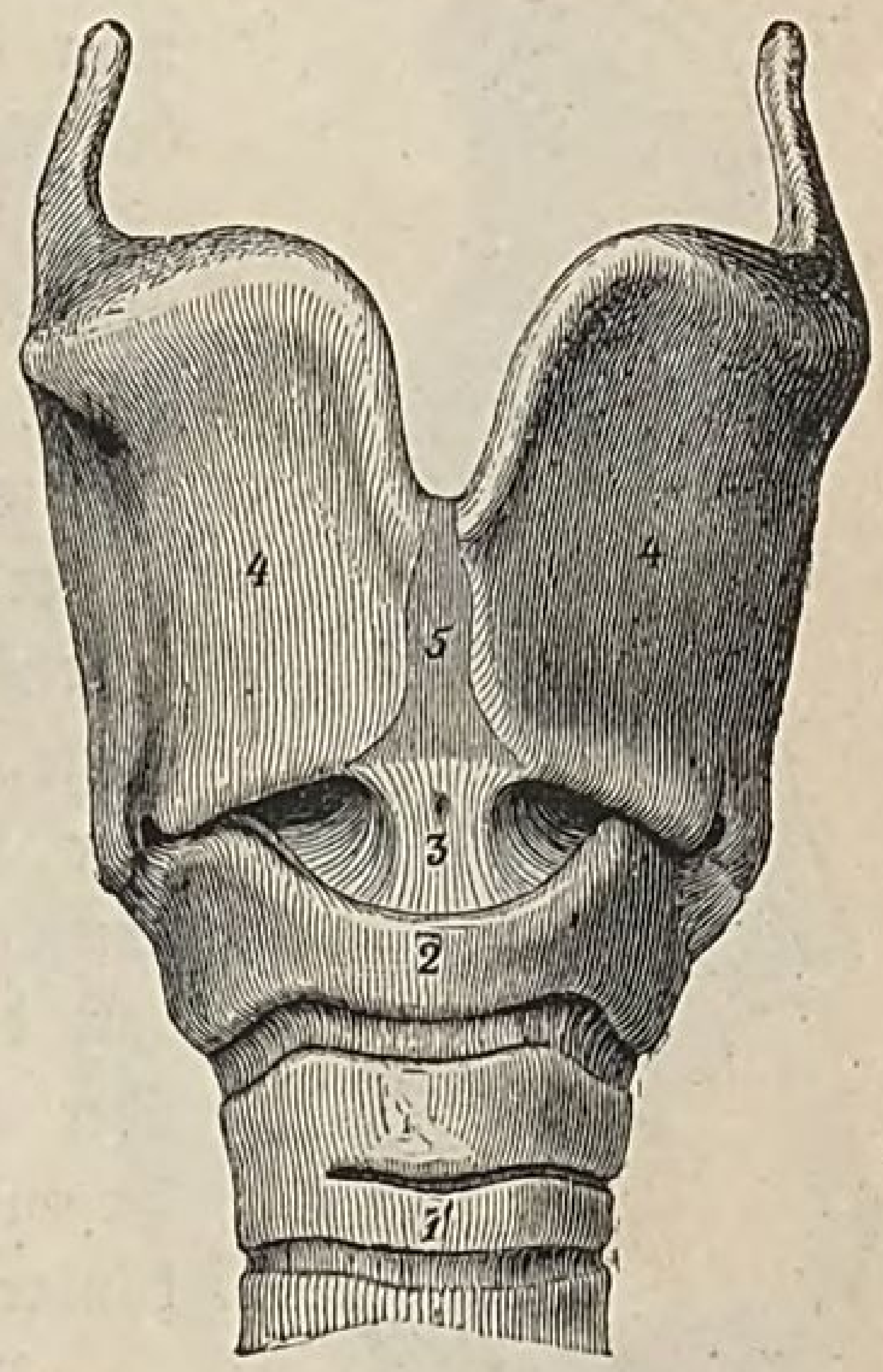


Fig. 125. Der Kehlkopf, von vorn gesehen, nach Abtrennung der Muskeln, Nerven, Blutgefäße u. s. w. Natürliche Größe.
1 Oberster Knorpelring der Luftröhre. — 2 Ring-Knorpel (Unterstes Stück des Kehlkopfes). — 3 Elastisches Band zwischen diesem und 4, 4 dem Schildknorpel (Größtes Stück des Kehlkopfes). — 5 Kleine Mittelplatte vorn am Schildknorpel.

schilder umgeben schützend die nach innen gelegene elastische Kehlkopfhaut, an welcher sich der Kehlkopfdeckel befindet. Will man die Theile sehen, so muß man den Schildknorpel wegschneiden.

Entfernt man den Schildknorpel in der Weise, daß man die vordere kleine Mittelplatte mit so viel von den Seitenplatten noch übrig läßt, daß man den tiefen Ausschnitt an der vordern Vereinigungsstelle derselben sieht, so kann man den großen starken Ringknorpel oben auf der Luftröhre in seiner ganzen Gestalt sehen (Fig. 126, 1). Ueber demselben befindet sich der Rest des Schildknorpels (2), und über diesem der lange, eigenthümlich geschwungene Kehlkopfdeckel (3), welcher mit den am hintern Theile des Ringknorpels mittelst eines Gelenkes eingefügten kleinen Gießkannenknorpeln (4) durch eine breite, starke, elastische Haut (7) in Verbindung steht. Der Kehlkopfdeckel federt in Folge dessen und schnellt von selbst sofort wieder in die Höhe, sobald der Druck nachläßt, welcher ihn nach hinten über den Kehlkopf herabgedrückt hatte. In der Gegend von 6 befinden sich die beiden Stimmbänder.

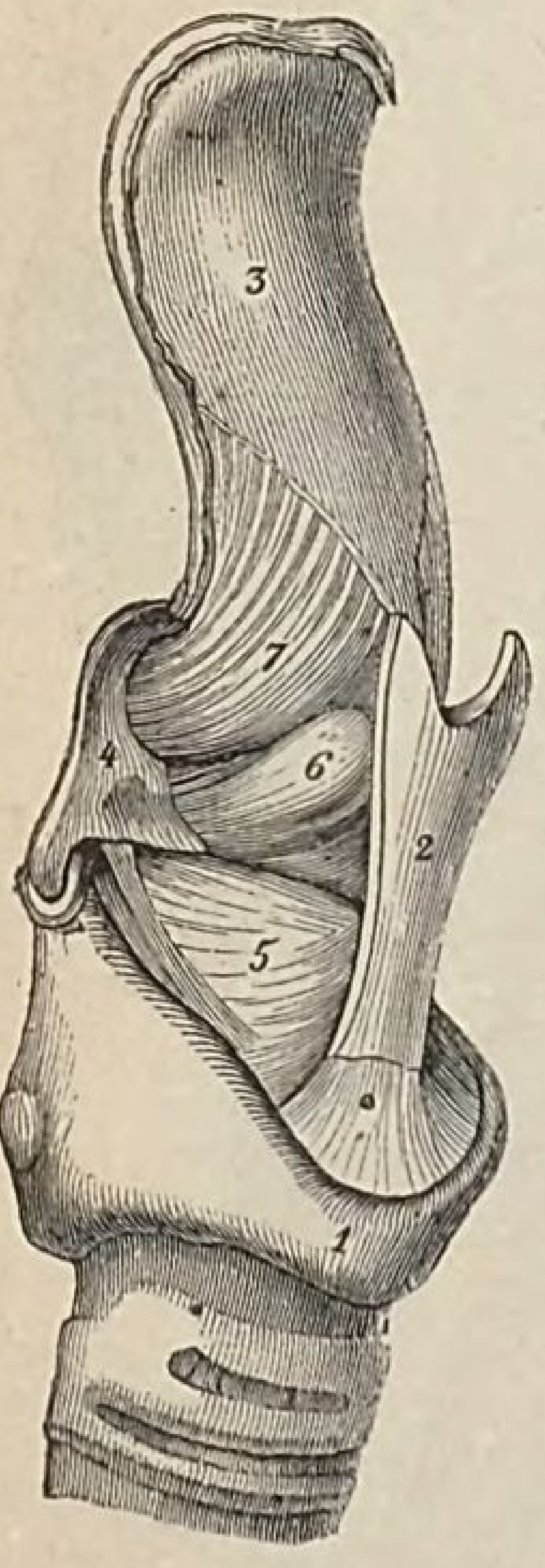


Fig. 126. Der Kehlkopf von der Seite, mit der elastischen Kehlkopfhaut.

1 Ringknorpel. — 2 Mittleres Stück des Schildknorpel. — 3 Kehlkopfdeckel (Epiglottis). — 4 Gießkannenknorpel (Cartilago arytaenoidea). — 5, 6, 7 Elastische Haut. (6: die äußere Haut der „Tasche", zwischen beiden Stimmbändern.) — Zwischen 5 und 6 der Raum für die Muskelfasern des „wahren", tonbildenden „Stimmbandes". —

Ueber die Lage der „Stimmbänder" im menschlichen Kehlkopf wird man sich leicht eine klare Vorstellung bilden können, wenn man einen von vorn gesehenen Kehlkopf (Fig. 125) gleichsam durchsichtig zeichnet, so daß man die Weichtheile im Durchschnitt sieht (Fig. 127). Man erblickt dann im Innern zwei spitze Hervorragungen (c c), welche sich beinahe berühren; dies sind die beiden tonangebenden Stimmbänder, quer durchschnitten. Ueber diesen unteren Stimmbändern, welche den „Ton" erzeugen, befinden sich zwei andere Vorsprünge; diese dienen nicht zur Hervorbringung des Tones, sondern haben den Nutzen, die zur Seite gehenden Luftschwingungen zu brechen und abzuschneiden, so daß

nur der mittlere, gerade Strom der Luft nach oben gelangen kann, — ähnlich wie man bei einem Fernrohre durch einen vorspringenden Ring die Randstrahlen des Glases abschneidet, um nur die Mittelstrahlen zu benutzen und ein schärferes Bild zu erhalten. Man nennt sie die „falschen Stimmbänder" oder besser die „Taschenbänder" weil zwischen ihnen und den „wahren" Stimmbändern eine taschenartige Höhle sich befindet.

Nachdem man in einer solchen nicht naturgetreuen, sondern vereinfachten Zeichnung die äußere Form der Stimmbänder kennen gelernt hat, wird man die zusammengesetztere Abbildung eines wirklichen Durchschnittes leichter verstehen.

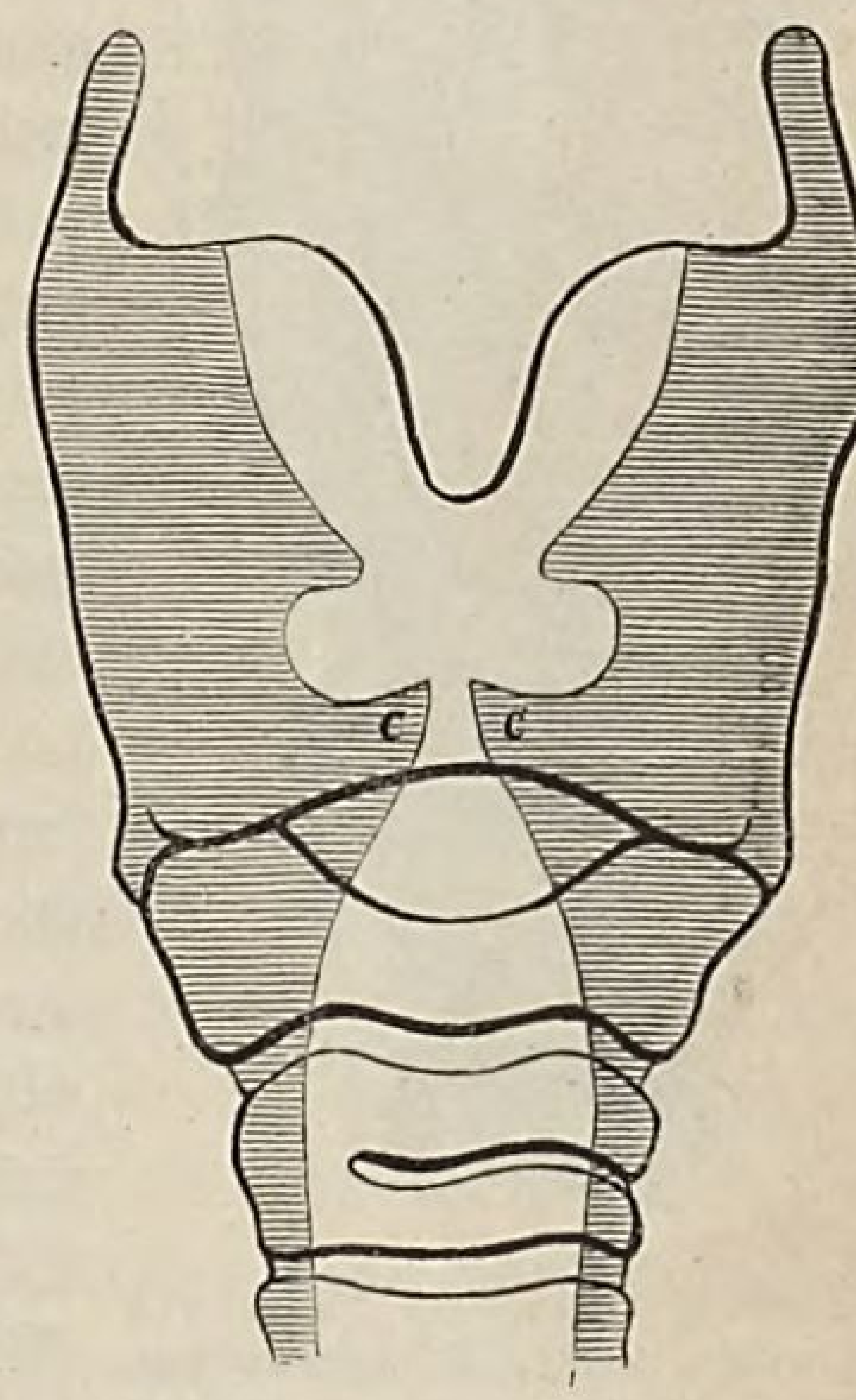


Fig. 127. Der Kehlkopf von vorn, gezeichnet, als ob er durchsichtig wäre, so daß man die Weichtheile im Durchschnitte sieht.
c, c die Stimmbänder.

Durchschneidet man einen Kehlkopf von einer Seite zur andern (sogenannter Stirnschnitt) und betrachtet die an der vorderen Wand des Kehlkopfes befindlichen durchschnittenen Weichtheile nebst dem Innenraume der vordern Kehlkopfswand, so sieht man zunächst unten die Luftröhre durchschnitten (Fig. 128, 4), auf ihr den dickern Knorpel des Ringknorpels (Fig. 128, 3), darüber den durchschnittenen Schildknorpel (Fig. 128, 2) und nach innen vom Schildknorpel die durchschnittenen vier Stimmbänder. Die unteren, tonbildenden Stimmbänder (Fig. 128, 9) zeigen auf ihrem Durchschnitte eine Menge durchschnittener feiner Muskelfasern, deren Anspannung zugleich eine Anspannung des Stimmbandes bildet und dasselbe verkürzt, durch deren Erschlaffung das Stimmband schlaff und länger wird. Das etwas zurücktretende obere Stimmband (Fig. 128, 8) besteht nur aus Zellgewebe, Fett, Drüsen. Oberhalb der beiden Stimmbänder ragt der Kehlkopfdeckel in die Höhe. —

Man wird nun die Form der elastischen Bänder des Kehlkopfes

in Fig. 126 besser verstehen und wird erkennen, daß Fig. 126, 6 dem zwischen den beiden Stimmbändern befindlichen Hohlraum der schleimabsondernden Tasche (Fig. 128, B) entspricht, — und daß unterhalb derselben zwischen Fig. 126, 6 und 5 die Muskelfasern des tönenden Stimmbandes verlaufen.

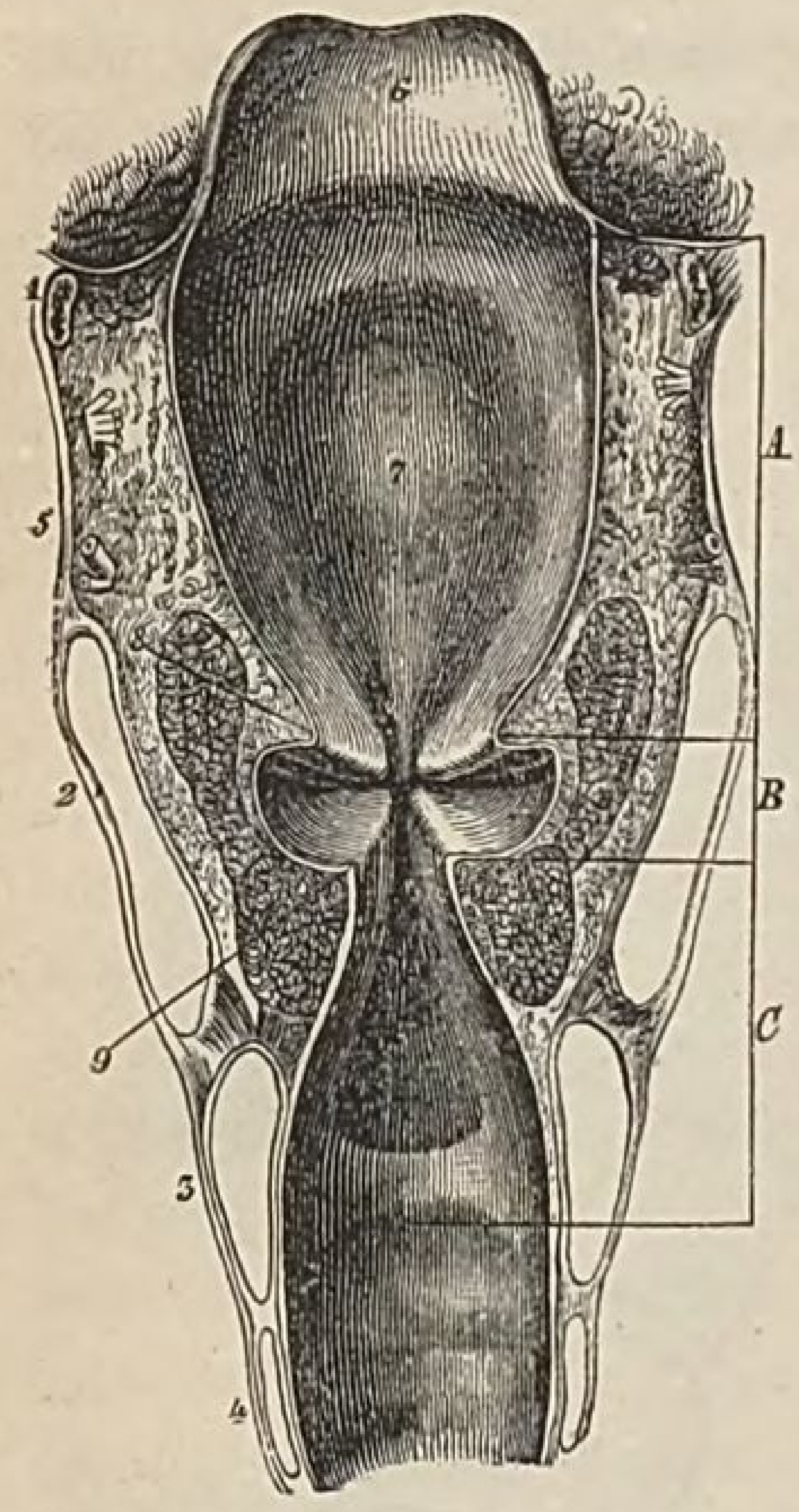


Fig. 128. Querschnitt durch den Kehlkopf von einer Seite zur andern. Man sieht die Innenseite des vorderen abgeschnittenen Stückes. (Nach Luschka.) 1 Zungenbein. — 2 Schildknorpel. — 3 Ringknorpel. — 4 Erster Ring der Luftröhre. — 5 Zungenbein-Schildknorpelhaut. — 6 Freies Ende des Kehldeckels. — A Obere Kehlkopfhöhle, mit 7 Erhöhung des Kehldeckels. — 8 Oberes Stimmband, auch „Taschenband" genannt. B Mittlere Kehlkopfhöhle, auch „Morgagni'sche Tasche" genannt. — 9 Unteres Stimmband, das eigentliche „Stimmband". — C Untere Kehlkopfhöhle. (Nach Luschka.)

Der Kehlkopf gehört in Bezug auf die Art seiner Tonerzeugung zu den „Zungenpfeifen", deren wir in der Musik mehrere Arten haben: Zungenpfeifen sind z. B. die Harmonika, Physharmonika und Orgelpfeifen, bei denen der Ton von Form und Größe (Schwingungsdauer) der steifen metallischen Zunge abhängig ist, welche durch Anblasen in vibrirende Bewegung versetzt wird; hier kann jede Zunge nur einen bestimmten, ihrer Größe entsprechenden Ton hervorbringen, und man muß also so viel Zungen in dem Instrumente haben, als man Töne hervorrufen will; — andere Zungenpfeifen, wie die meisten Holzblasinstrumente, Clarinette, Oboe, Fagott 2c., besitzen als tonbildendes Mittel eine Zunge aus leichtem elastischem Holze, deren Schwingungen Geräusche und Töne von sehr verschiedener Höhe enthalten, und indem man das Ansatzrohr durch Oeffnen der Seitenlöcher in Bezug auf die Tonschwingungen verlängern und verkürzen kann, vermag man die verschiedenen Tonhöhen der ganzen Tonreihe, welche die schwingende Zunge hervorbringen kann, zu Gehör gelangen zu lassen; — wieder andere Zungeninstrumente haben in ihrem Innern keine Zungen, sondern der Blasende muß in seinen eigenen Lippen die Zungen dem Instrumente gewähren, wie dies bei den Blechinstrumenten: Trompete, Waldhorn, Posaune, der Fall ist; die Schwierigkeit, diese Instrumente

gut zu blasen, liegt eben darin, daß der Bläser seine eigenen Lippen durch Anblasen in Schwingungen versetzen und diese den Schwingungen der Luftsäule im Instrumente anpassen muß, wobei er durch Form und Spannung der Lippen es bestimmt, ob der Grundton oder einer der Obertöne des Instrumentes ansprechen, d. h. zum Tönen kommen soll; die Schwierigkeit hat dahin geführt, daß man mit Seitenlöchern und Klappen Trompete und Horn jetzt nach Art der Holzblasinstrumente behandelt, wobei freilich ein großer Theil der charakteristischen Klangfarbe verloren geht; — endlich ist als Zungenpfeife der Kehlkopf zu nennen, das einzige Instrument seiner Art, da es den Vorzug hat, daß es bei außerordentlich kleinem Umfang die feinste Abstufung der Tonhöhen und der Ton-Klangfärbungen auszuführen vermag. Die Abänderung der Tonhöhe kommt beim Kehlkopf dadurch zu Stande, daß die Stimmbänder bald mehr, bald weniger angespannt werden, daß bald ein größerer, bald ein kleinerer Theil ihrer Länge für sich schwingt, — die außergewöhnlich vielseitige Abänderung der Klangfärbung hängt von der Beweglichkeit des Ansatzrohres ab. Während bei den musikalischen Instrumenten die tönenden Zungen nur dann veränderlich waren, wenn sie vom menschlichen Körper hergestellt wurden (die Lippen des Hornbläsers), war dagegen das Ansatzrohr immer in seiner Form unveränderlich und konnte höchstens durch Verlängerung und Verkürzung (Posaune), oder durch Oeffnung der Seitenlöcher, andere Schwingungen des Luftraumes in seinem Innern erhalten. Das musikalische Instrument des Menschen dagegen kann beide Theile, sowol das tönende Instrument, als das Ansatzrohr, willkürlich verändern. Betrachten wir uns das Ansatzrohr näher.

Das Ansatzrohr der menschlichen Stimmorgane besteht aus den „hinteren Rachentheilen", (wie man mit einem nicht allzu höflichen Ausdrucke die Schlingorgane, den Gaumen und die Zungenwurzel, zusammen nennt) — aus der Mundhöhle und der Nase. Der Durchschnitt des menschlichen Mundes und Halses (Fig. 121) läßt diese Theile in ihrer Lage überschauen. Wir können sie von vorn übersehen, sobald wir bei geöffnetem Halse und Munde, das Antlitz dem Lichte zugekehrt, in einen kleinen Spiegel schauen.

Wir erblicken dann in dem übermäßig geöffnetem Munde (Fig. 129) hinter den Lippen die obere und untere Reihe der Zähne; unten liegt hinter denselben die Zunge, oben hängt hinten vom Gaumen in der Mitte das Zäpfchen herab, und mit ihm gleich einem Rollvorhange das von

oben nach unten sich bewegende **vordere Gaumensegel**; hinter diesem die beiden gleich Vorhängen von der Seite zusammengehenden **hinteren** Gaumensegel, welche hauptsächlich im Verein mit den vorigen für uns den Nutzen haben, den Zugang in die Nase aus der Mundhöhle unter gewissen Umständen zu erschweren, und welche außerdem bei Formung des Bissens und beim Herabschlucken mitwirken. Zwischen beiden liegt auf jeder Seite eine runde Drüse, genannt die **Mandel**, welche zähen Schleim absondert, der beim Schlucken die vorübergehenden Bissen überzieht, der aber auch dem Stimmorgan beim Singen Feuchtigkeit zuführt. Daher

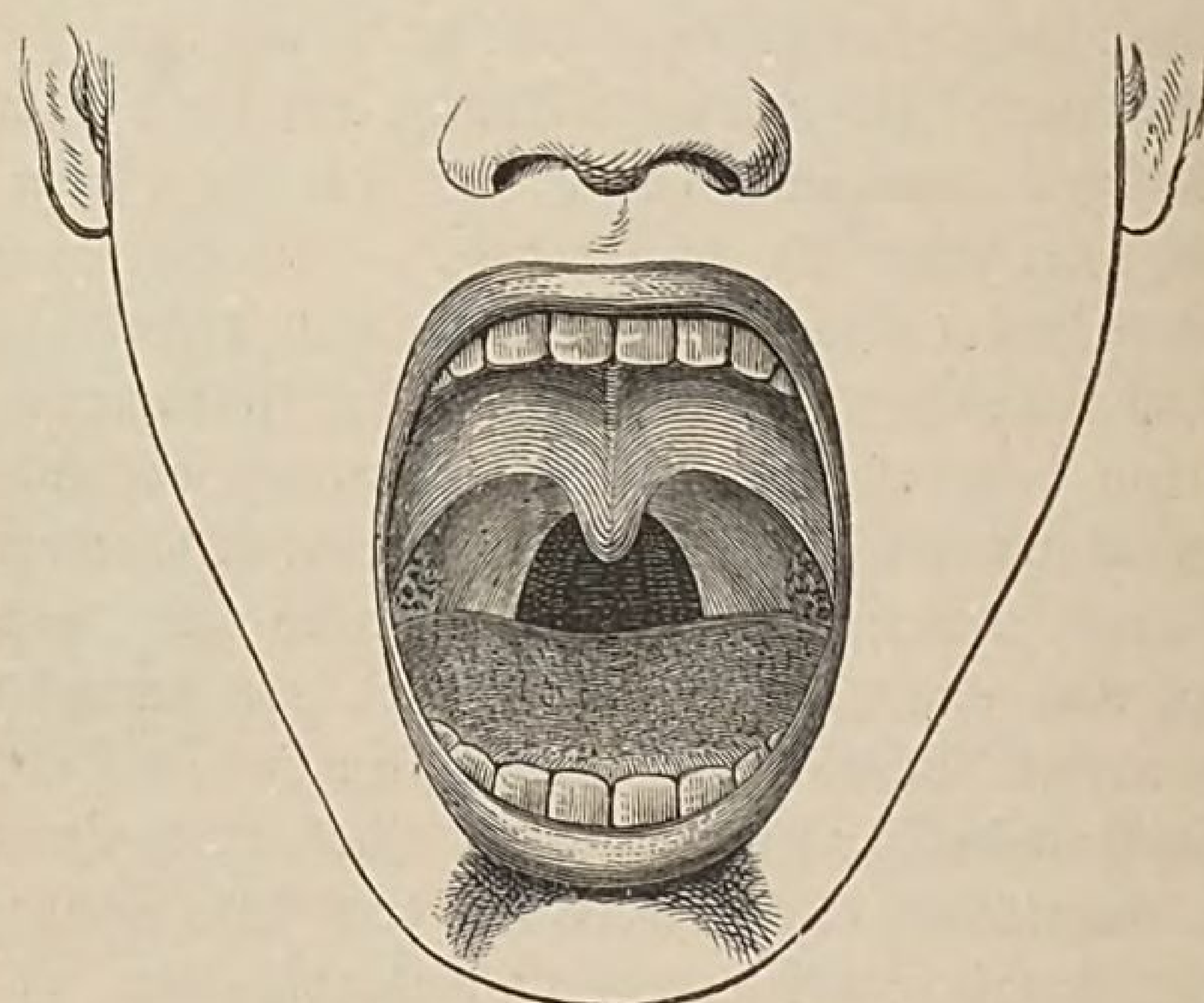


Fig. 129. Der weiche Gaumen.

kommt es, daß wir zuweilen genöthigt sind, Schluckbewegungen zu machen, wenn uns in Folge lange anhaltenden Sprechens oder Singens ein Theil des Gaumens trocken geworden ist.

Das Ansatzrohr muß möglichst geöffnet sein, damit der Ton herausdringen könne. Zu diesem Zwecke muß der Singende und Sprechende sich gewöhnen, die Zungenwurzel niederzudrücken, die Zunge flach, breit und glatt im Munde liegen zu haben, Gaumen und Zäpfchen dagegen in die Höhe ziehen, damit die durch die Schwingungen der Stimmbänder ebenfalls in Schwingungen versetzte Luft leicht und frei aus Luftröhre und

Kehlkopf in die Mundhöhle und aus dieser in die äußere Luft hinübergehen könne. Nur so klingt der Ton offen, klar, hell und zeigt die volle Eigenthümlichkeit der Stimme der betreffenden Person. (Man fühlt dann den Luftstrom vorn an den Zähnen anschlagen, so daß diese in Vibration versetzt werden. Die besseren Gesangs- und Sprach-Lehrer, welche hierauf Rücksicht nehmen, nennen dies „Ton vorn im Munde hinter den Zähnen bilden"; es ergibt sich zur Genüge aus dem oben Gesagten, daß nur gänzliche Unwissenheit der eigentlichen Vorgänge bei Entstehung der Töne diese Ausdrücke hervorrufen konnte. Die minder sorgfältigen Lehrer nehmen hierauf keine Rücksicht, und ihre Schüler haben dann beim Sprechen und Singen entweder gepreßten Gaumenton vom herabhängenden Gaumensegel, — oder jenen dumpfen Ton, wie ihn Jemand haben würde, der mit der Pflaume im Munde zu singen oder sprechen suchte, von emporgehobener Zunge. Die Dilettanten und Natursänger haben den letzteren Fehler gewöhnlich, weil der so gebildete Ton ihnen runder, voller und „schöner" zu klingen scheint.)

Außerdem hängt von dem Verhalten des Ansatzrohres die Bildung der Obertöne, d. h. die „Klangfarbe" der Stimme ab, und zwar theils von der ursprünglichen Bildung der Sprachorgane, theils von der Haltung der Lippen, des Kinnes 2c. — Man kennt nur wenige Instrumente, welche ganz einfache (unharmonische) Töne von sich geben, wie z. B. die Stimmgabel und alle Saiteninstrumente. Die meisten Töne, welche wir künstlich hervorbringen, sind zusammengesetzt aus einer Summe einfacher Töne, d. h. aus einem Grundtone, welcher der stärkste ist und die übrigen übertäubt, und mehreren Obertönen, also höheren Tönen, deren Schwingungszahlen im Verhältnisse kleiner ganzer Zahlen zum Grundton stehen. Dies zu erläutern müssen wir daran erinnern, daß jeder Ton Schallschwingungen von einer bestimmten Geschwindigkeit hat. (Vergl. S. 325.)

Bei 16 Schallschwingungen in der Sekunde beginnt für uns die Tonempfindung; es ist dies der tiefste Ton unserer Orgeln, den wir allein angeblasen nur wie ein dumpfes, zitterndes Brummen hören. Je höher die Töne in der Skala liegen, um so mehr Schwingungen haben sie in einer Sekunde, so daß die höchsten für uns noch vernehmbaren Töne 38,000 Schwingungen in der Sekunde ausführen. Eine deutliche Unterscheidung der verschiedenen Tonhöhen ist uns jedoch nur ungefähr zwischen 40 und 4000 Schwingungen möglich, und die in der Musik angewendeten Töne bleiben auch in der Regel innerhalb dieser engeren Grenzen.

Die Hör-Fähigkeit des menschlichen Ohres wird begrenzt: theils durch den Bau des Gehör-Organes, — theils durch die Leitung des Schalles. Im „Bau des Gehörorganes" ist das „Corti'sche Organ" maßgebend, bei dessen Beschreibung und Abbildung (S. 320 u. f.) wir bereits darauf hinwiesen, daß es einer „Klaviatur" gleiche, welche ebenso der Empfindung bestimmter Ton-Reihen entspricht, wie die Klaviatur der Pianoforte dem Hervorbringen derselben. Bei Thieren, welche eine andere Form dieses Organes besitzen, ist mithin nachweisbar die Tonempfindung eine andere (S. 333). Bei uns wird sie durch die Ausdehnung dieser Klaviatur beschränkt. Man vermag tiefere Töne, als die von 16 Schwingungen in der Sekunde hervorzubringen und zu sehen, aber — — nicht zu hören! Ebensowenig hören wir sehr hohe Töne. Wir sehen unter dem Sektions-Mikroskop, daß die Ameisen ihren Ton erzeugenden Apparat in Bewegung setzen, aber — — wir hören die Töne nicht, weil sie höher sind, als unser Corti'sches Organ sie noch empfinden kann. — Die „Leitung des Schalles" ist begrenzt durch das Mittel, welches sie weiter führt. Deßhalb hören wir mittelst fester Körper viel weiter, als durch die Luft (S. 305), — bei ruhiger Luft zur Nachtzeit viel weiter, als bei einer durch Bodenwärme an sonnigen Tagen aufsteigenden Luft, — mit dem Winde viel weiter, als gegen den Wind, — in der dichten schweren Luft des Thales viel weiter, als in der leichten, dünnen Luft hoher Berge, — in der feuchten Luft bei Regenwetter viel weiter, als bei klarem Himmel und trockener Luft. Genaue Beobachtungen und Versuche ergaben, daß der Schall eines Horn-Signales bei dichtem Nebel etwa zweimal soweit gehört wird, als bei Sonnenschein und trockner Luft.

Wenn mehrere Töne zu gleicher Zeit hervorgebracht werden, so rufen sie in uns bald die Empfindung eines unangenehmen Mißklangs, bald das Gefühl wohllautenden Zusammenklanges wach. Es zeigt sich aber, daß nur diejenigen gleichzeitig gehörten Töne auf uns den Eindruck des Wohlklangs (Harmonie) machen, deren Schwingungszahlen zu einander in einem bestimmten, mit kleinen ganzen Zahlen (ohne Bruchtheile) zu bezeichnenden Verhältnisse stehen. So haben die Schwingungszahlen von Grundton und Oktave das Verhältniß = 1 : 2, — von Grundton zur Quinte = 2 : 3, — von Grundton zur Quarte = 3 : 4, — von Grundton zu großer Terz = 4 : 5, — von Grundton zu kleiner Terz = 5 : 6, — ferner von Grundton zu kleiner Sext = 5 : 8, —

und zu großer Sext = 6 : 10 oder 3 : 5. Diese sieben Tonentfernungen haben die Eigenschaft, daß jede derselben für unser Ohr einen harmonischen Zweiklang bildet; man nennt sie deßhalb: „consonirende Intervalle“ (zusammenklingende Tonentfernungen).

Die „Klangfarbe“ nun entsteht durch das harmonische Zusammenklingen mehrerer Töne. Für gewöhnlich klingt die über dem Grundton befindliche nächste höhere Oktave, die hierauf folgende Quinte und die zweite Oktave mit; unter besonderen Verhältnissen können aber auch 9 und mehr Obertöne mitklingen, und je größer ihre Zahl ist, um so weicher und wohllautender wird uns die Färbung des Klanges erscheinen. — Da diese Obertöne schwächer sind, als der Grundton, so kann man sie nur durch besondere sinnreich erfundene Hülfsmittel zu Gehör bringen. (a.) Man kann sich aber auch von ihrem Vorhandensein durch einen sehr leicht auszuführenden kleinen Versuch an jedem Pianoforte überzeugen. Wenn ein Oberton erklingt, so muß nach dem früher (S. 327) Angeführten diejenige Saite des Instrumentes mit erklingen, welche den nämlichen Eigenton hat. Legt man also ein kleines Holzsplitterchen oder ein kleines mit der Scheere abgeschnittenes Stückchen glattes Papier auf die Saite, so wird dasselbe augenblicklich in Folge der Vibration der Saite heruntergeworfen werden, sobald sie durch einen beim Anschlagen einer andern Taste erklingenden Oberton zum Vibriren genöthigt wird. Legt man das Splitterchen auf diejenige Saite, welche einem hohen c entspricht, und schlägt eine oder zwei Oktaven tiefer C oder zwischen den beiden F an, so wird in demselben Augenblicke durch das eintretende Mitschwingen das Splitterchen von der c-Saite herabfliegen, — während es ruhig liegen bleibt, wenn die neben den genannten Tönen unmittelbar daneben liegenden Tasten angeschlagen werden. —

So hätten wir denn die drei Abtheilungen der tonerzeugenden Körpertheile kennen gelernt: Blasebalg und Anblaserohr in den eigentlichen Stimmwerkzeugen, in Lunge und Luftröhre, — das tönende Instrument, nach Art der Mundstücke gearbeitet, welche unsere Bläser haben, aber nur ungleich vollkommener, mit Einstellung für verschiedene Tonhöhe ausgeführt, im Kehlkopf, — das Ansatzrohr zur Erzeugung der Klangfarbe: in den Theilen oberhalb des Kehlkopfes, in den Rachenorganen, Mundhöhle und Nasenhöhle. — Sehen wir nun zu, inwiefern jeder dieser Theile seine Thätigkeit entfaltet beim Singen und Sprechen.

Von dem richtigen Gebrauche und von der Gesundheit des „Blasebalges", der Lunge, und des „Anblaserohres", der Luftröhre, hängt es ab, ob unser Ton beim Singen die gehörige Länge und die gehörige Stärke erhalten kann. Sängern oder Rednern, welche das schwierige allmälige Erschlaffen der Athmungsmuskeln nicht gehörig in der Gewalt haben (wie das bei allen Ungeübten der Fall ist) entflieht plötzlich der Ton, und der bis dahin laute Schall geht in leises Zittern über. — Außerdem ist zu beachten, daß wir für hohe Töne (welche stärker angeblasen werden müssen) mehr Luft bedürfen, als für tiefe. Die hohen Töne klingen deßhalb auch stärker, und es bedarf beim Singen vieler Uebung, um durch Ausgleichungen die Töne in der Tiefe und Höhe von gleicher Stärke hervorzubringen, also eine ganz gleichmäßige Skala zu singen. Ebenso pflegen ungeübte Redner und Schauspieler in den höheren Lagen der Stimme zu schreien, in den tieferen fast tonlos zu sprechen. — Auch das Zwerchfell ist von Nutzen, namentlich bei denjenigen Tönen, welche man die Brusttöne nennt, auf die wir gleich näher eingehen werden. Bei ihrer Hervorbringung bildet das Zwerchfell einen Resonanzboden. Beim Einathmen ist es straff gespannt und auch beim allmäligen Nachlassen bleibt es immer in gespanntem Zustande. Unmittelbar unterhalb des Zwerchfells aber liegt der Magen, der in dem obersten Theile stets mit Luft gefüllt ist; hierdurch wird das gespannte Zwerchfell befähigt, Vibrirungen auszuführen, und in Folge dessen gibt es bei den tiefen und kräftig gesungenen Tönen den Resonanzboden ab. Daher kommt es auch vielleicht, daß Taubstumme Töne, welche sie nicht mit dem Ohr wahrnehmen können, mit dem Zwerchfell empfinden.

Der „Kehlkopf" hat Einfluß auf Höhe und Tiefe des Tones. Die Stimmbänder bilden zusammen eine Stimmritze. Beide Bänder liegen dicht an einander, und beim Athmen gleitet der Strom der Luft durch die etwas von einander entfernten Stimmbänder hindurch. Wenn wir beim Ausathmen die Luft rascher und stärker gegen die Stimmbänder anströmen lassen, zugleich auch die Stimmbänder durch Zusammenziehung der betreffenden Muskeln in eine straffere Haltung bringen und zum Tönen geeigneter machen, so entsteht bei dem Sichdurchpressen der Luft durch diese Spalte vermöge der Elasticität der Stimmbänder eine regelmäßige Erzitterung derselben, diese theilt sich der hindurchgehenden Luft als regelmäßig auf einander folgende Stöße, d. h. als Verdichtungswellen mit, und wir hören in Folge dessen einen Ton. Man kann jetzt das

Verhalten der Stimmbänder beim Hervorbringen des Tones am lebenden Körper unmittelbar beobachten.

Das rastlose Streben der Vertreter und Pfleger der Wissenschaft, die Mittel zur Untersuchung und sichern Erkenntniß der Zustände des lebenden menschlichen Körpers zu vermehren, hat die größten und bedeutungsvollsten Fortschritte der heutigen Heilwissenschaft bewirkt, hat uns gelehrt, mit Hülfe des Beklopfens und Behorchens die gesunden und kranken Zustände des Herzens, der Lunge und vieler Baucheingeweide im lebenden Körper zu erkennen, — hat uns mit Hülfe des Augenspiegels den Blick in das Innere des Augapfels gegeben, und hat im „Kehlkopfspiegel" uns das Mittel gegeben, über die Zustände der Stimmbänder, der hintern Fläche des Kehlkopfdeckels, fast der gesammten Innenfläche des Kehlkopfes am Lebenden uns zu belehren, ja sogar bis tief in das Innere der Brust, bis an die Stelle hinab zu schauen, wo die Luftröhre in zwei Aeste sich theilt, deren jeder für eine Lunge die luftzuführende Röhre ist. (b.)

Der Kehlkopfspiegel ist ein kleiner viereckiger Metallspiegel mit abgerundeten Ecken, etwas größer, als der Daumennagel einer Manneshand; der Spiegel wird von einem schwach S-förmig gekrümmten, reichlich fingerlangen Stiele getragen, welcher letztere in einem hölzernen Handgriffe befestigt ist. Nachdem der Spiegel über einem Lichte etwas erwärmt worden ist (damit er nicht durch den Hauch des Mundes anlaufe), wird er durch den weit geöffneten Mund mit der spiegelnden Fläche nach unten eingeführt, bis er über der Zungenwurzel an das Zäpfchen anstößt und dort das Bild des nun unter ihm gelegenen Innenraumes des Kehlkopfes auffängt; — bei der schrägen Lage des Spiegels ist es dem Beobachter möglich, durch die Mundöffnung auf der Spiegelfläche dieses Bild zu sehen, — vorausgesetzt, daß das Innere des Kehlkopfes genügend erleuchtet ist. Bei mageren, zart gebauten Personen kann man sich zuweilen das genügende Licht dadurch verschaffen, daß man auf den äußern Hals die Sonnenstrahlen auffallen läßt (Durchleuchtung); das Innere des Kehlkopfes erscheint dann prachtvoll roth, wie die gegen die Sonne gehaltenen Hände. Für gewöhnlich bedient man sich der Beleuchtung von innen, indem man das Licht der Sonne oder einer hinter dem Kopfe des zu Untersuchenden stehenden Lampe mit einem durchbohrten Spiegel auffängt, in den Hals und auf den Kehlkopfspiegel fallen läßt und gleichzeitig durch die Oeffnung des durchbohrten Spiegels hindurch

sieht, um das im Kehlkopfspiegel erscheinende Bild wahrzunehmen. (Es gehört natürlich längere Uebung und einige Geschicklichkeit dazu, um das Bild gut aufzufangen und zu sehen, während gleichzeitig der zu Beobachtende abgehärtet werden muß, damit nicht die Berührung seines weichen Gaumens Erbrechen errege.) Man sieht dann Folgendes:

In dem Kehlkopfspiegel, welcher in den Hals hinein gehalten wird, erscheinen natürlich die unterliegenden Theile in verkehrter Reihenfolge: das, was weit nach vorn liegt, erscheint am weitesten nach oben, und das, was am weitesten nach hinten liegt, erscheint im Spiegelbilde unten. So sehen wir denn zu oberst im Bilde den hintersten Theil der Zunge mit ihren runden, kleinen (vulkanischen Kratern in der Form ähnlichen) Geschmackswärzchen (Fig. 130); unter derselben sieht man die dunkle, wenig beleuchtete Spalte zwischen der Zungenwurzel und dem Kehlkopfdeckel, der Rand dieses letztern (Fig. 130, 5) ist als ein in die Höhe ragender Theil hell erleuchtet, während die hügelartige Vorbeugung des Kehlkopfdeckels (4) dunkler erscheint. Vor ihm liegen von vorn nach hinten die beiden unteren Stimmbänder, nahe an einander gerückt, wenn während der Beobachtung zugleich ein hoher Ton gesungen wurde (13), und neben diesen Bändern zu beiden Seiten nach außen etwas mehr erleuchtet die beiden oberen Stimmbänder oder Taschenbänder (12). Der schmale Spalt zwischen den untern Stimmbändern ist die eigentliche Stimmritze (8).

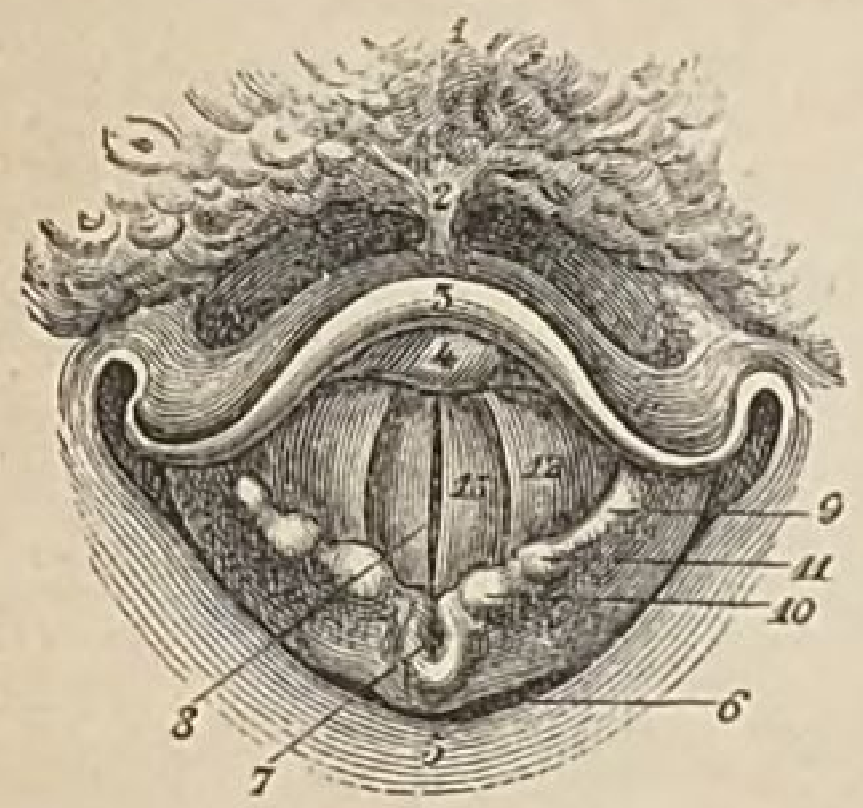


Fig. 130. Spiegelbild des Kehlkopfes. (Nach Luschka.)

1 Zungenwurzel; — 2 eine Hautfalte oder „Band", von der Zunge zum Kehlkopfdeckel. — 3 Kehldeckel. — 4 Die innere Hervorragung am Kehldeckel (siehe Fig. 128, 7). — 5 Hintere Wand des Schlundkopfes, nach oben hinaufsteigend. — 6 Eingang in die Speiseröhre. — 7 Hintere Stimmfurche. — 8 Die eigentliche „Stimmritze". — 9 Rand einer Hautfalte. — 10 und 11 kleine Erhabenheiten („Tuberculum Santorini" und „Tuberculum Wrisbergianum"). — 12 „Taschenband", fälschlich das obere Stimmband genannt. — 13 „Stimmband."

Man kann sogar das Verhalten der Stimmbänder beim Ein- und Ausathmen, beim Anschlagen verschiedener Töne mit dem Kehlkopfspiegel verfolgen. Im Zustande ruhiger Ausathmung, wenn wir unsern Kehlkopf nicht beachten, weichen die beiden Stimmbänder von einander, der Kehlkopfdeckel geht etwas vor (Fig. 131, A). Richten wir die Aufmerksamkeit auf den Kehlkopf, so können wir den Kehlkopfdeckel zurückziehen,

so daß die Stimmritze frei wird; dieselbe bleibt aber dann beim ruhigen Athmen nach wie vor breit, die Stimmbänder sind weit zurückgezogen, und wir sehen hinein in die Luftröhre, deren einzelne Knorpel wir an

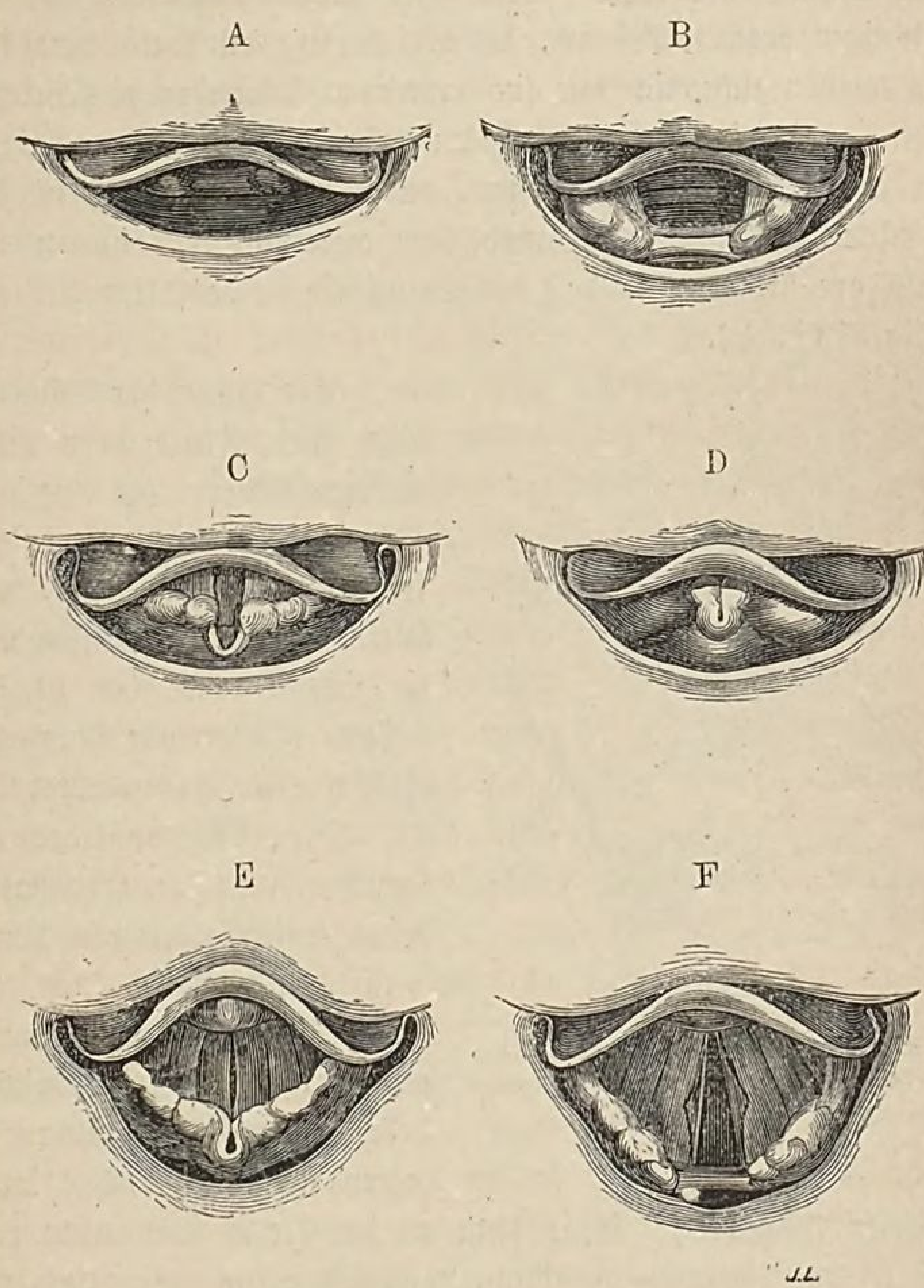


Fig. 131.

ihrer vordern Wand liegen sehen (Fig. 131, B). Beim Ausathmen, z. B. beim Ausstoßen eines leichten Seufzers, rücken die Stimmbänder etwas zusammen, die Stimmritze verengt sich (Fig. 131, C). Singen wir tiefe

Töne, so verkürzt sich der Kehlkopf von vorn nach hinten, die Stimmbänder erschlaffen demgemäß, der Kehlkopfdeckel entzieht uns aber für gewöhnlich ihren Anblick, und nur selten vermögen wir sie zu sehen (Fig. 131, D). Singen wir dagegen einen hohen Ton, so verengert sich der Kehlkopf von einer Seite zur andern, rückt nach vorn, die Stimmbänder spannen sich an, die Stimmritze wird eng und bildet eine Spalte, durch welche die Luft sich mühsam hindurchpreßt (Fig. 131, E, entsprechend der Figur 130). Holen wir dagegen wieder Athem, nachdem wir aufgehört haben zu singen, und bereiten uns zum nächsten Tone vor, so rücken plötzlich die Stimmbänder auseinander, am vordern Theile mehr, als am hintern, so daß die Stimmritze eine fast dreieckige Spalte wird (Fig. 131, F).

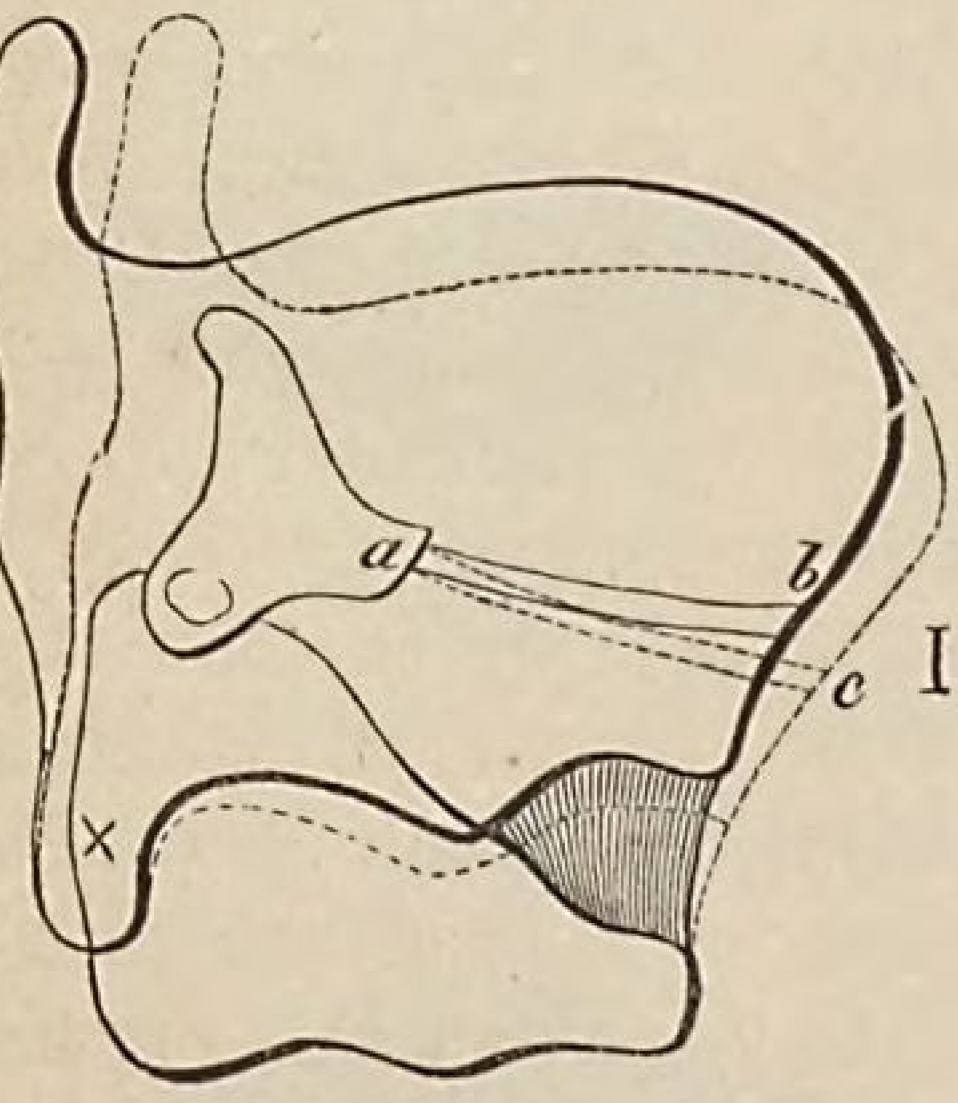


Fig. 132. Darstellung der Bewegung des Kehlkopfes bei der Anspannung der Stimmbänder.

Die Höhe der Töne hängt ab von der Länge oder Kürze der Stimmbänder. Es muß also eine Vorrichtung in dem tongebenden Instrument, im Kehlkopfe, vorhanden sein, um die Stimmbänder länger zu ziehen, oder den Zug nachzulassen. Diese Vorrichtung ist ebenso einfach als sicher wirkend.

Die Abbildung der elastischen Kehlkopfhaut (Fig. 126) hat uns aus dem Vergleiche mit dem Querschnitte durch den Kehlkopf (Fig. 128) erkennen lassen, daß die Stimmbänder aus einer Falte der Schleimhaut bestehen, innerhalb welcher Muskelfasern liegen (Fig. 126 in der Gegend zwischen 5 und 6). Man sieht an der Falte von außen schon, daß (oberhalb 5) das Stimmband schräg von hinten und oben nach vorn und und unten herabsteigt. Es ist also zwischen der vordern und hintern Fläche des Kehlkopfes ausgespannt. Die Art seiner Aufspannung wird man an folgender Zeichnung deutlicher erkennen.

Fig. 132 zeigt uns die rechte Seite eines menschlichen Kehlkopfes von außen. Wir sehen zunächst den großen „Schildknorpel“ auf dem „Ringknorpel“ aufsitzen, wie man eine weite Hülse über Etwas

überstülpt. Die Gestalt des Ringknorpels kennen wir bereits aus Fig. 126, 1. Ebendaselbst sehen wir auch zwischen 1 und 2 die elastische Haut den vordern Zwischenraum zwischen Schild- und Ringknorpel ausfüllen, welche wir in Fig. 132 wiederfinden. Der große Schildknorpel ist so gezeichnet, als ob er durchsichtig wäre; man sieht daher hinter ihm den Ringknorpel nach hinten sich erheben; — ferner sieht man oben auf dem Ringknorpel den kleinen „Gießkannenknorpel" (Fig. 126, 4) frei beweglich aufsitzen. Dieser kleine Knorpel befindet sich also im Innern des Kehlkopfes, für gewöhnlich von den Schildknorpeln überdeckt. Von seinem vorderen Ende a ist das Stimmband nach vorn gegen die Innenfläche des Schildknorpels b angespannt. In der vorliegenden Zeichnung Fig. 132 ist der freie Rand des Stimmbandes gezeichnet: a b.

Wenn nun der über dem Ringknorpel aufsitzende Schildknorpel durch die an ihm angewachsenen Muskeln etwas nach vorn herabgezogen (vorn übergebeugt) wird, so verlängert sich dadurch die Entfernung zwischen a und b, indem letzteres (wie an der punktirten Andeutung dieser Bewegung ausgeführt ist) bis c herabsteigt, — also um die Höhe von I, — und dabei fast ebensoviel verlängert, mithin auch angespannt wird. — Man erkennt aber, daß diese Verlängerung nur ausführbar wird, wenn der kleine Gießkannenknorpel auf seiner Stelle fest stehen bleibt und sich nicht nach vorn überbeugt; er ist also für die Spannung der Stimmbänder das Stellwerkzeug (dem Wirbel der Geigen und Guitarren zu vergleichen) und erhält daher richtiger den Namen des „Stellknorpels". Der Schildknorpel spannt die Stimmbänder durch seine Bewegung nach vorn und heißt daher in Bezug auf das Sprachorgan richtiger der „Spannknorpel".

Soll aber ein hoher Ton gesungen werden, so beugen wir den „Spannknorpel" nach vorn herab und spannen damit die Stimmbänder; wollen wir einen tiefen Ton hervorbringen, so führen wir die umgekehrte Bewegung aus: Wir heben den „Spannknorpel" nach hinten über in die Höhe und erschlaffen hierdurch die Stimmbänder. In beiden Fällen bewegt sich der „Spannknorpel" um seinen „Drehpunkt" am Ringknorpel (Fig. 132, ×), wie die Thür um ihre Angel, der Hebel auf seinen Stützpunkt, das Rad um seine Axe. In beiden Fällen bleibt der „Stellknorpel" richtig in seiner Lage. — Da die Stimmbänder aus „elastischer" Haut bestehen, so bleiben sie auch im erschlafften Zustande glatt und ohne Falten.

Außerdem können die Stimmbänder durch die in ihnen liegenden Muskelfasern selbstständig ihre Form verändern, können vorübergehend dicker werden und härter (vermuthlich bei sehr lautem Singen oder Rufen), oder dünn und weich bleiben (beim Flüstern und leise Sprechen). — Die theilweise Spannung durch eigene Thätigkeit muß bewirken, daß die Bänder nur am Rande beweglich bleiben, also auch nur am Rande schwingen können (bei hohen Tönen), oder in ganzer Breite (bei tiefen Tönen).

Endlich kann auch in Krankheiten die Form des Stimmbandes verändert werden, z. B. durch Auswüchse oder Polypen in der Masse

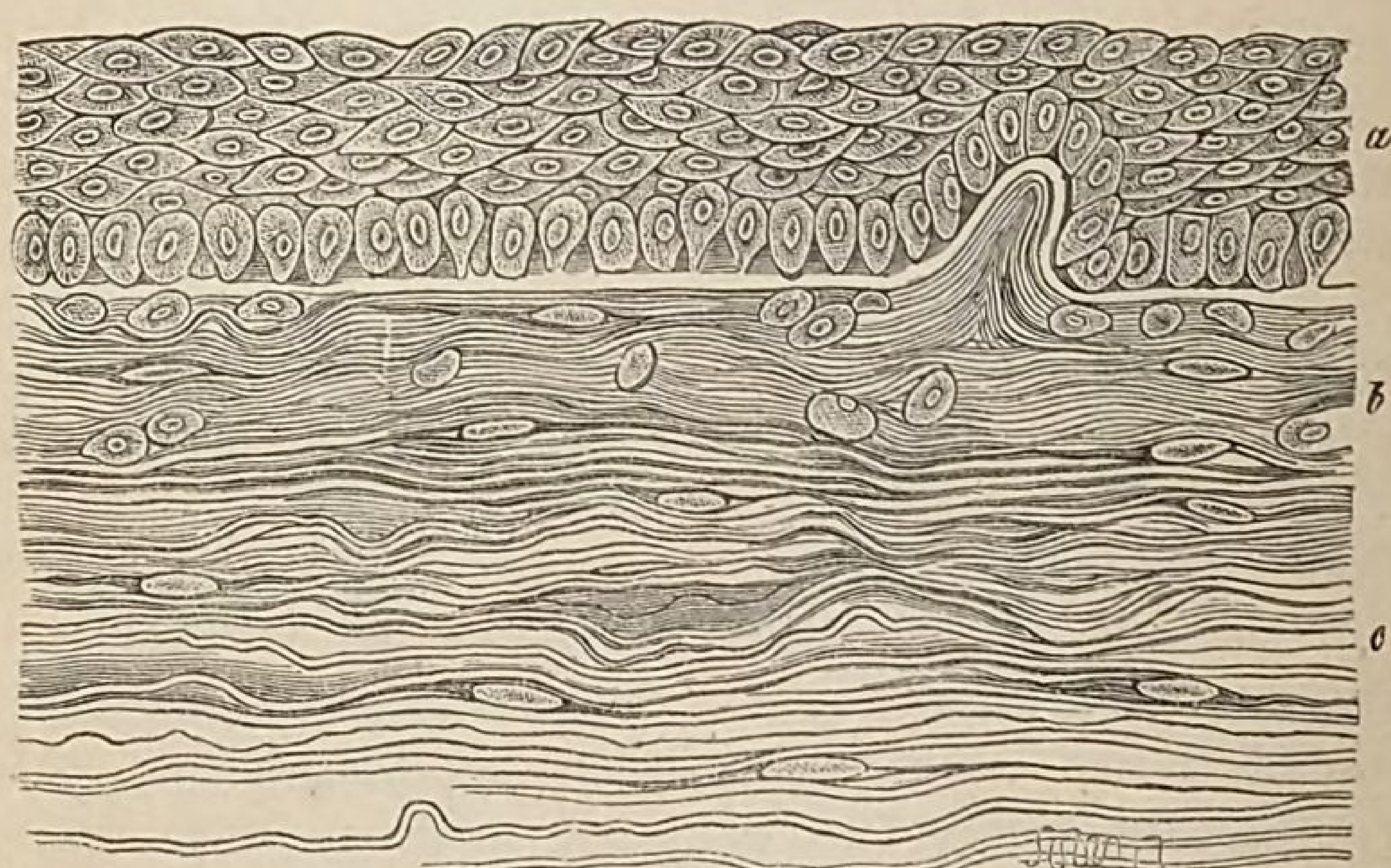


Fig. 133. Durchschnitt der Schleimhaut der wahren Stimmbänder. (500 mal vergrößert.)
a Pflasterepithelium, dessen tiefste Schichte annähernd cylindrisch geformte Elemente enthalten, b Subepithelialschichte mit ihrer Zelleneinlagerung, c Fasergerüste mit zahlreichen geschwänzten Bindegewebskörperchen.

vermehrt, durch Geschwüre in seiner Größe verringert. Das häufigste Vorkommen ist die Verdickung der Stimmbänder in Folge Katarrhs; hierbei wird der Blutzufluß vermehrt, die Blutgefässe schwellen also an und vermehren den Umfang des Stimmbandes; dann sondert die Schleimhaut mehr Schleim und mehr Schleimhautzellen ab, verdickt sich und macht so die Stimmbänder dicker und schwerer beweglich.

Die Schleimhaut der Stimmbänder ist ein ziemlich zusammengesetztes Gebilde. (Fig. 133). Sie besteht aus einem derben Faser-

gerüste c, welches den Uebergang von der elastischen Haut bildet, — aus dem darüberliegenden Bindegewebe mit eingestreuten Zellen und einzelnen Papillen b, — und der auf dieser nach innen in den Kehlkopfraum frei

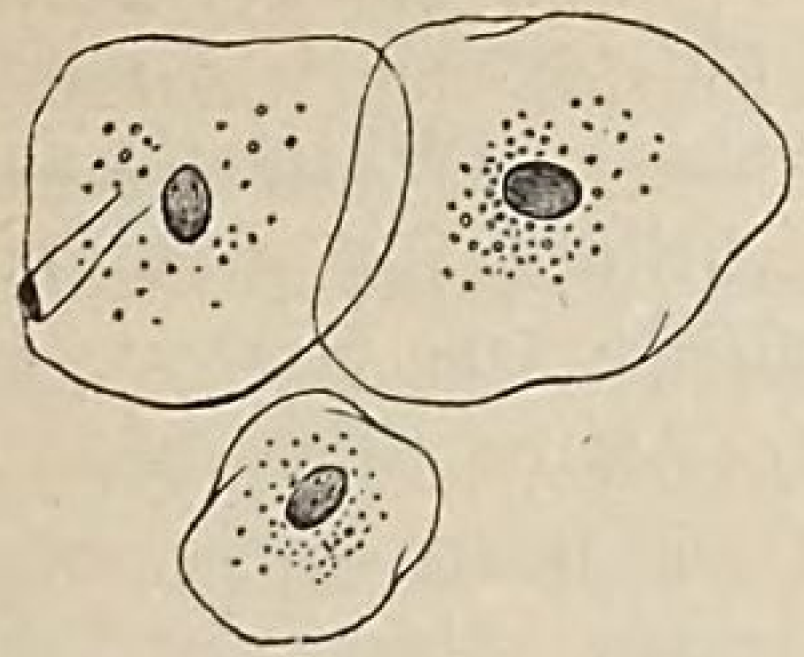


Fig. 134. Platten-Zellen der Schleimhaut.

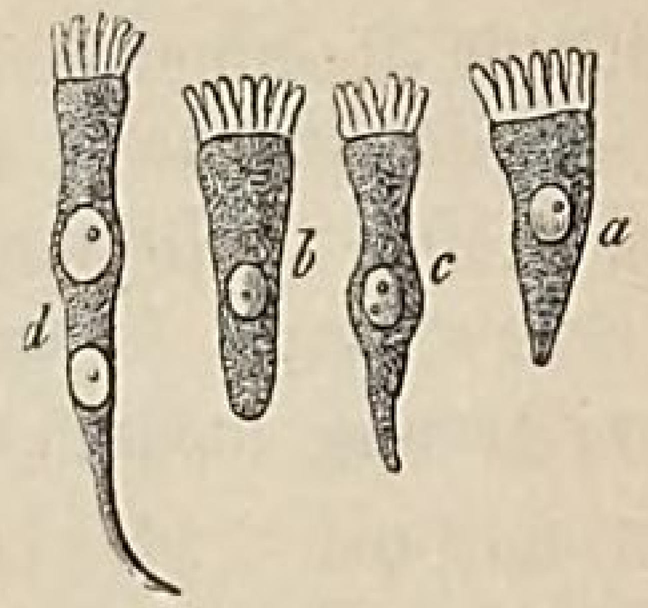


Fig. 135. Flimmer-Zellen der Schleimhaut.

liegenden eigentlichen Schleimhaut a, aus einzelnen Schleimhautzellen zusammengesetzt.

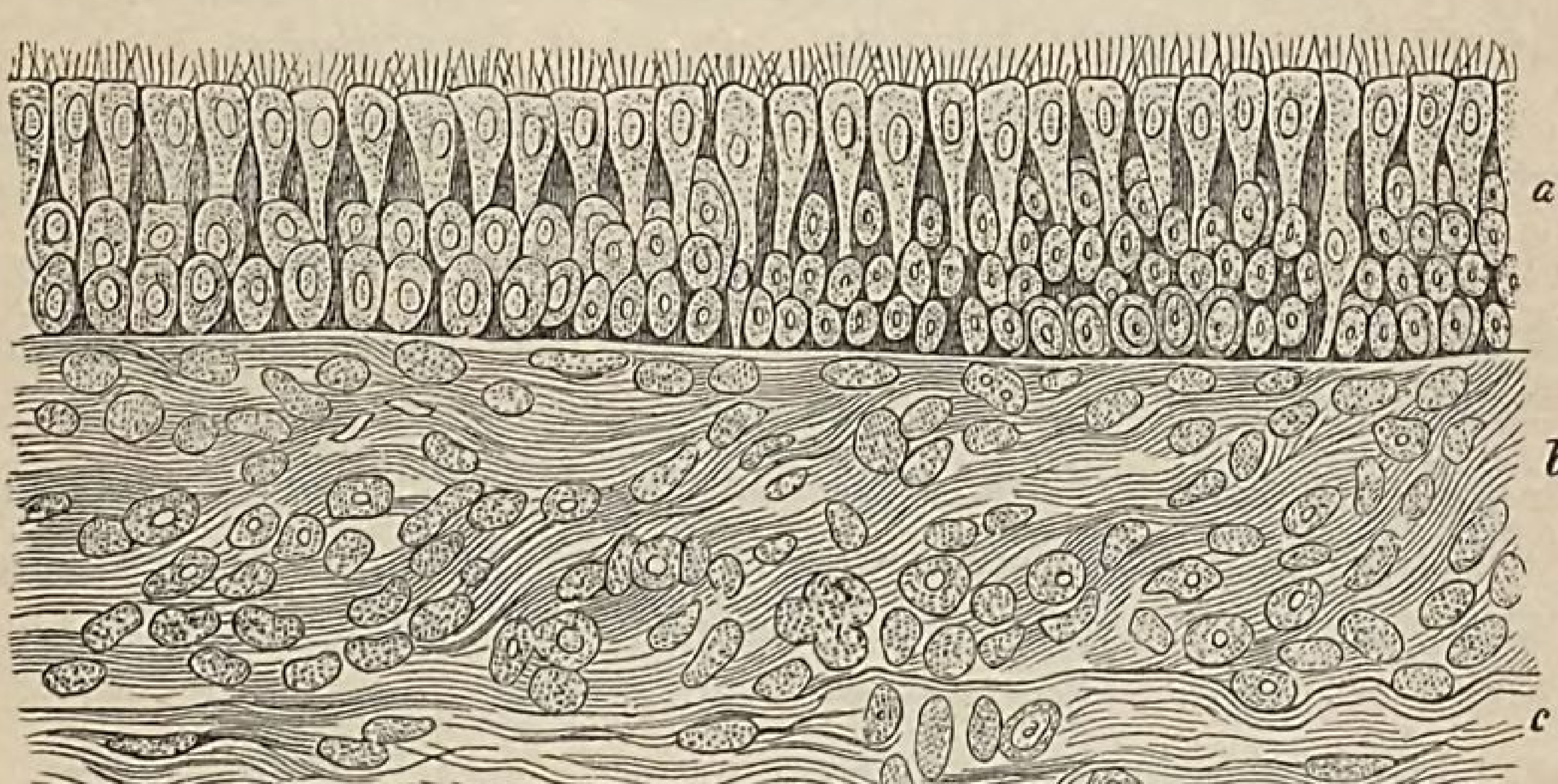


Fig. 136. Durchschnitt der Schleimhaut der Taschenbänder.
(in 500maliger Vergrößerung.)
a Flimmerepithelium, b Subepithelialschicht mit der die Matrix des Epitheliums darstellenden Schicht, c gröberes Fasergerüste der Schleimhaut.

Die Schleimhautzellen stehen zu unterst auf der „Unterschleimhaut-Schicht" des Bindegewebes senkrecht, werden aber nach oben breiter und bilden auf der Oberfläche kleine, vieleckige, flache Zellen, welche

wie Pflastersteine dicht neben einander liegen und daher den Namen „Pflaster-Epithelium" oder „Platten-Epithelium" (Fig. 134) erhalten haben.

Die Pflasterzellen finden sich in der ganzen Mundhöhle, am weichen Gaumen bis über den Kehlkopfdeckel etwa 3—6 Millimeter weit in den Kehlkopf-Eingang herab, sowie an den Stimmbändern in einem etwa 5—8 Millimeter breiten Streifen. Im übrigen Kehlkopfraume dagegen finden sich ausschließlich lang gezogene, gegen die Tiefe fadenförmig auslaufende Flimmer-Zellen (Fig. 135).

Die Flimmerzellen sind oben am freien Rande mit kleinen, borstenähnlichen Flimmerhaaren besetzt, welche während des Lebens unausgesetzt in Bewegung sind, indem sie sich alle hakenförmig krümmen und wieder strecken. Da sie dies ziemlich gleichzeitig und immer nach einer Richtung (gegen den Eingang in den Kehlkopf) hin thun, so bietet ein Stück einer mit Flimmerzellen versehenen Schleimhaut (welche auch außer dem Körper ihre Bewegungen eine Zeit lang fortsetzen) den Anblick eines vom Winde bewegten, wogenden Kornfeldes.

Die Schleimhaut der Taschenbänder (Fig. 136) trägt Flimmerzellen, ist aber im Uebrigen der Schleimhaut der Stimmbänder ähnlich. — Die Flimmerzellen des Kehlkopfes haben für uns den Vortheil, daß sie durch ihre Bewegungen Staub und andere kleine fremde Körper, welche wir eingeathmet haben, herausschaffen. Sie sind es vorzüglich, welche unser Sprachorgan vor den Nachtheilen staubiger Luft schützen.

Die Töne, welche der Mensch beim Singen hervorbringen kann, hat man nach ihrer verschiedenen Höhe in Stimmregister eingetheilt. Es herrscht in diesen Benennungen in den Gesangsschulen einige Unordnung. Vielleicht gelingt es allmälig, das Verhältniß zu klären.

Die Tonhöhen, innerhalb welcher sich für alle Menschen die Register vertheilen, betragen im Ganzen etwa 4½ Octave, hiervon kommt auf die Einzelstimmen Baß, Tenor, Alt und Sopran auf jede 2 bis 2½ Octave, und zwar pflegen Baß und Sopran in der Regel einen etwas größern Umfang zu haben, als Tenor und Alt. Der tiefste Baßton hat ungefähr 80, der höchste Ton des Soprans 1024 Schwingungen in der Sekunde. Auf die gesammte Tonleiter der menschlichen Stimme vertheilen sich die einzelnen Singstimmen etwa in folgender Weise:

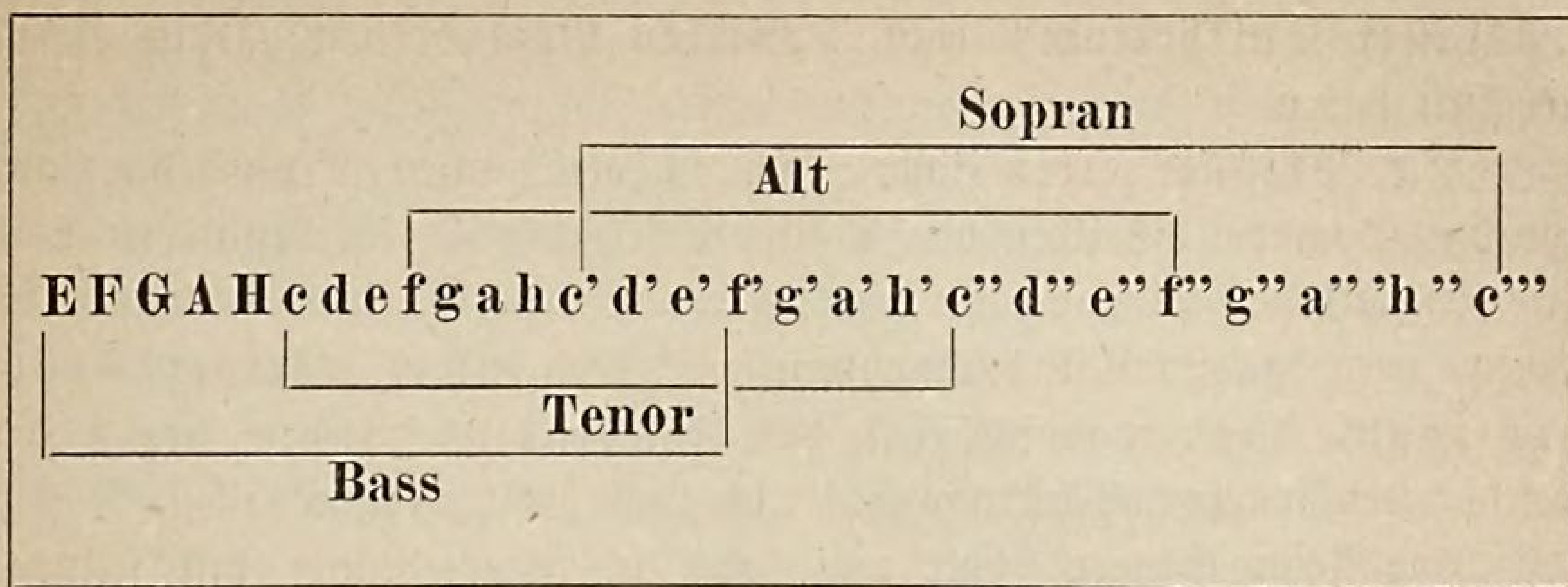


Fig. 137. Uebersicht der Stimm-Arten.

Wie man sieht, sind 4 Töne (vom eingestrichenen c bis zum eingestrichenen f) allen Singstimmen gemeinsam; sie fallen aber in verschiedene „Register". — Die beiden Hauptregister, welche jeder Mensch in seiner Singstimme hat, sind das Register der Brusttöne und das Register der Falsett- oder Kopftöne.

Der Brustansatz ist nicht nur vom Falsett dadurch unterschieden, daß er (wie man gewöhnlich zu sagen pflegt), der kräftige, lauter tönende, gesündere, der eigenthümlichen Klangfarbe der Stimme mehr entsprechende sei (was übrigens nur für Männerstimmen volle Geltung hat), sondern es findet sich auch eine wesentliche Verschiedenheit in der Stellung des Kehlkopfes und in der Anspannung der für die Stimmbänder bestimmten Muskeln. Beim „Brustansatz" ist der Kehlkopf etwas herabgezogen, die unterhalb desselben befindlichen Muskeln sind gespannt; beim „Kopfansatz" dagegen lassen die unteren Muskeln nach, der Kehlkopf wird in die Höhe gezogen; — beim „Brustansatz" erschlaffen die Stimmbänder, nähern sich einander und schwingen in ihrer vollen Breite und Dicke; — beim „Kopfansatz" werden, wie bei jedem hohen Tone, die Stimmbänder angespannt, lassen eine breitere Spalte zwischen sich, und schwingen nur zum Theil, d. h. in ihren Rändern. Männer bedürfen daher mehr Luft für Kopftöne und ermüden schneller.

Man kann diese Veränderungen des Kehlkopfes nicht nur sehen, sondern man vermag sie auch an seinem eigenen Körper zu fühlen, wenn man den Finger an den Kehlkopf legt und dabei einen im Brustansatz angeschlagenen Ton in den Kopfansatz übergehen läßt, wie dies Bassisten bequem mit den Tönen a und h ausführen können, — Teno-

risten mit f′ und g′, Altistinnen mit h′ und c″, Discantsängerinnen mit c″ und d″. — Man fühlt dann, wie der Kehlkopf in dem Augenblick, in welchem man das Brustregister in das Kopfregister übergehen läßt, unter dem Finger in die Höhe rückt. Zugleich nimmt man eine Veränderung in den Schwingungen der Stimmbänder ebenfalls mit dem Finger wahr.

Die fortgeleiteten Schwingungen der Stimmbänder kann man deutlich fühlen, sobald man während des Sprechens zwei Finger von außen in die Gegend des Schildknorpels auf den Kehlkopf mit leisem Drucke aufsetzt. Beim Singen fühlt man aus den angegebenen Gründen bei tiefen Tönen die Schwingungen viel stärker, als bei hohen; ferner fühlt man sie an den unteren zwei Dritteln des Schildknorpels, also in der Gegend, in welcher die Stimmbänder liegen, deutlicher und stärker, als am obern Rande. (Sehr schwach nur fühlt man die Schwingungen bei Personen, welche vorübergehend oder immer mit heiserer Stimme sprechen. Ist durch eine Krankheit das eine Stimmband behindert, Schwingungen auszuführen, und vermag daher der Kranke nur mit Hülfe eines Stimmbandes zu sprechen, so fühlt man auch die Schwingungen nur auf der Seite, auf welcher das gesunde Stimmband sich befindet.) (c.)

Weil aber beim Brustton die Muskeln nach unten gespannt, die Stimmbänder erschlafft sind, die Stimmritze erweitert ist, — deßhalb schwingt bei den Brusttönen das Zwerchfell als Resonanzboden. Wir fühlen beim Singen der Brusttöne an dem Sänger die Erzitterungen der Brustwandungen, sobald Kopftöne gesungen werden, nicht mehr. Dagegen schwingen beim Kopfton Theile des Kopfes mit. — Weil ferner der Kehlkopf beim Uebergehen des Brusttones in den Kopfton seine Stellung verändert, weil dann die oberen Muskeln überwiegend die unteren in ihrer Thätigkeit ablösen, also ein Theil der Muskeln langsam nachlassen muß, was immer schwieriger ist, als das langsame Anspannen, — deßhalb ist der Uebergang aus dem mit mäßiger Kraftanstrengung gesungenen Brustton in den mit Hülfe von anderen Muskeln und mit mehr Luft zu Stande gebrachten Falsett-Ton für den Sänger schwierig, wird nur allmälig erlernt und gelangt fast immer erst dann zu voller Fertigkeit, wenn durch Alter und vielfachen Gebrauch die Brusttöne minder klangvoll geworden sind.

Neben diesen Registern unterscheidet man dem Klange nach sowol

bei Frauen als bei Männern noch ein drittes. Bei den Frauen ist dieses Register in der Höhe, und deßhalb hat man bei den Frauen die Falsett- oder Kopfstimme oft irriger Weise die „Mittelstimme" genannt; die Benennung ist eben von Männern ausgegangen, und weil bei denen die Kopfstimme die oberste ist, so hat man auch den höchsten Tönen der Frauenstimme den gleichen Namen gegeben, zumal da man zur Zeit ihrer Benennung über die Art und Weise, in welcher sie entstehen, nicht unterrichtet war. Das „Höhe-Register", wie wir es nennen, besteht aus den höchsten Kopftönen der weiblichen Stimme und gewöhnlich aus 2—6, ja 8 Tönen; letztere Zahl findet sich nur bei Sopranstimmen von ungewöhnlichem Umfange und bei solchen Sopranstimmen, welche schon von Jugend auf mit Leichtigkeit in der Sopranlage haben singen können, also bei den sogenannten „gewachsenen hohen Sopranen", nicht bei denen, welche als „Mezzo-Soprane" durch Lehre und Uebung allmälig die hohen Töne haben bilden lernen. — Bei den Männern tritt zu Brust- und Kopf-Register als drittes das Tiefe-Register" hinzu, oder, wie man es auch genannt hat, das Strohbaß-Register, welches aber sowol bei Bassisten als Tenoristen vorkommt. Die Töne werden hier durch vollständige Erschlaffung der Stimmbänder, die in vollster Breite und Länge zu schwingen scheinen, gebildet, während beim Höhe-Register der Frauen nicht nur die Breite, sondern auch die Länge der Stimmbänder am Schwingen noch in höherem Grade behindert wird, als bei den Kopftönen.

Der Uebergang aus der Bruststimme in die Kopfstimme, das plötzliche Anspannen oder Nachlassen der Stimmbänder bildet das „Umschlagen der Stimme" (in der Mutationsperiode der Knaben), welches beim „Jodeln" der Natursänger angewendet zu werden pflegt.

Die Stimme des männlichen Geschlechts macht während der Lebenszeit auffallende Veränderungen durch. Die scharftönende Sopran- oder Alt-Stimme des Knaben wechselt nach den Kinderjahren und wandelt sich im reifern Alter (zur Zeit, wenn der Kehlkopf wächst) in eine rauhe Stimme um, aus welcher sich die volle, kräftigere Mannesstimme entwickelt. — Auch diese bleibt nicht das ganze Leben hindurch. Wenn das nahende Alter den Verlust von Zähnen herbeiführt, wird das Sprechen des Buchstaben S erschwert, und die betreffenden Personen bringen an seiner Stelle ein zischendes oder pfeifendes Geräusch hervor; endlich im höhern Greisenalter tritt durch Mangel an Absonderung auf der in-

nern Mund- und Wangen-Fläche überwiegend Trockenheit ein, welche das Sprechen mehrerer Buchstaben, namentlich des R fast unmöglich macht. —

Die Organe des Ansatzrohres bewirken durch ihre Bewegungen vorzugsweise das Bilden der Buchstaben. Die Stimmritze liefert den Ton, das Ansatzrohr bedingt als Resonanzröhre dessen Klangfärbung, also auch die Klänge der Vokale und der Consonanten. Wir betrachten zunächst die letzteren.

Der Schall der Consonanten wird erzeugt durch die verschiedenartige Oeffnung, mit welcher der Mund die Luft durchstreichen läßt. Hierbei ist die Zunge besonders thätig. Durch Bewegungen unterbrechen auch, sowol Gaumen, als Zunge und Lippen, den Luftstrom und bilden dadurch wechselnde Luftstöße, deren Schallwellen unserm Ohre als Consonanten erscheinen.

Wenn wir z. B. **P** oder **B** sagen wollen, so thun wir dies mit Hülfe der „Lippen", indem wir die Lippen plötzlich von einander entfernen. Mit Hülfe der „Zunge" können wir **T** oder **D** aussprechen, wenn wir die Zunge oben an den harten Gaumen andrücken und plötzlich loslassen. Eben dieselbe Bewegung machen wir in den „Gaumentheilen", wenn wir **K** oder **G** sagen wollen. Wir bilden also diese drei Arten Buchstaben an drei bestimmten Theilen unseres Ansatzrohres durch Unterbrechung und plötzliches Hervorbrechen des Luftstromes. (Man hat sie deßhalb „Verschluß-Laute" genannt.)

Eben diese drei Stellen finden wir in unserer Mundhöhle wiederum für diejenigen Consonanten thätig, welche durch eine gleichbleibende Oeffnung, also durch einen nur auf bestimmte Weise geregelten Luftstrom hervorgebracht werden. So sagen wir z. B. **W** (Fig. 138), wenn wir die Lippen einander etwas nähern, so daß die Luft nur durch einen schmalen Zwischenraum dringen kann; nähern wir sie noch mehr, so bringen wir den Buchstaben **F** hervor. — Wir drücken ferner die Zunge an die oberen mittleren Schneidezähne an, wenn wir **S** sagen wollen (Fig. 138), und legen sie höher und weiter nach hinten an den Gaumen an, wenn wir mit Hülfe der zu beiden Seiten vorbeistreichenden Luft den Consonanten **L** hervorbringen wollen. Manche Personen sprechen das L auf der rechten, manche auf der linken Seite, wenige auf beiden Seiten aus. — Wir machen die Gaumenorgane und den ganzen Mund auf, wenn wir **H** sagen (Fig. 138), und ziehen sie zusammen, wenn wir **Ch** ertö-

nen lassen. In beiden Fällen verengen wir gleichzeitig die Stimmritze. (Diese Consonanten bezeichnete man als Reibungslaute.)

Endlich können wir an jeder dieser drei Stellen **R** ausdrücken. Bringen wir die Lippen in vibrirende Bewegung und lassen dazu einen Ton ertönen, so klingt das, was wir hören, dem lauten Schnauben der Pferde ähnlich und wird von Kutschern den Pferden als Zeichen des Stillstehens zugerufen. In der gebildeten Sprache findet dieser Laut keine Anwendung. Machen wir mit der Zunge unmittelbar hinter den Zähnen in ähnlicher

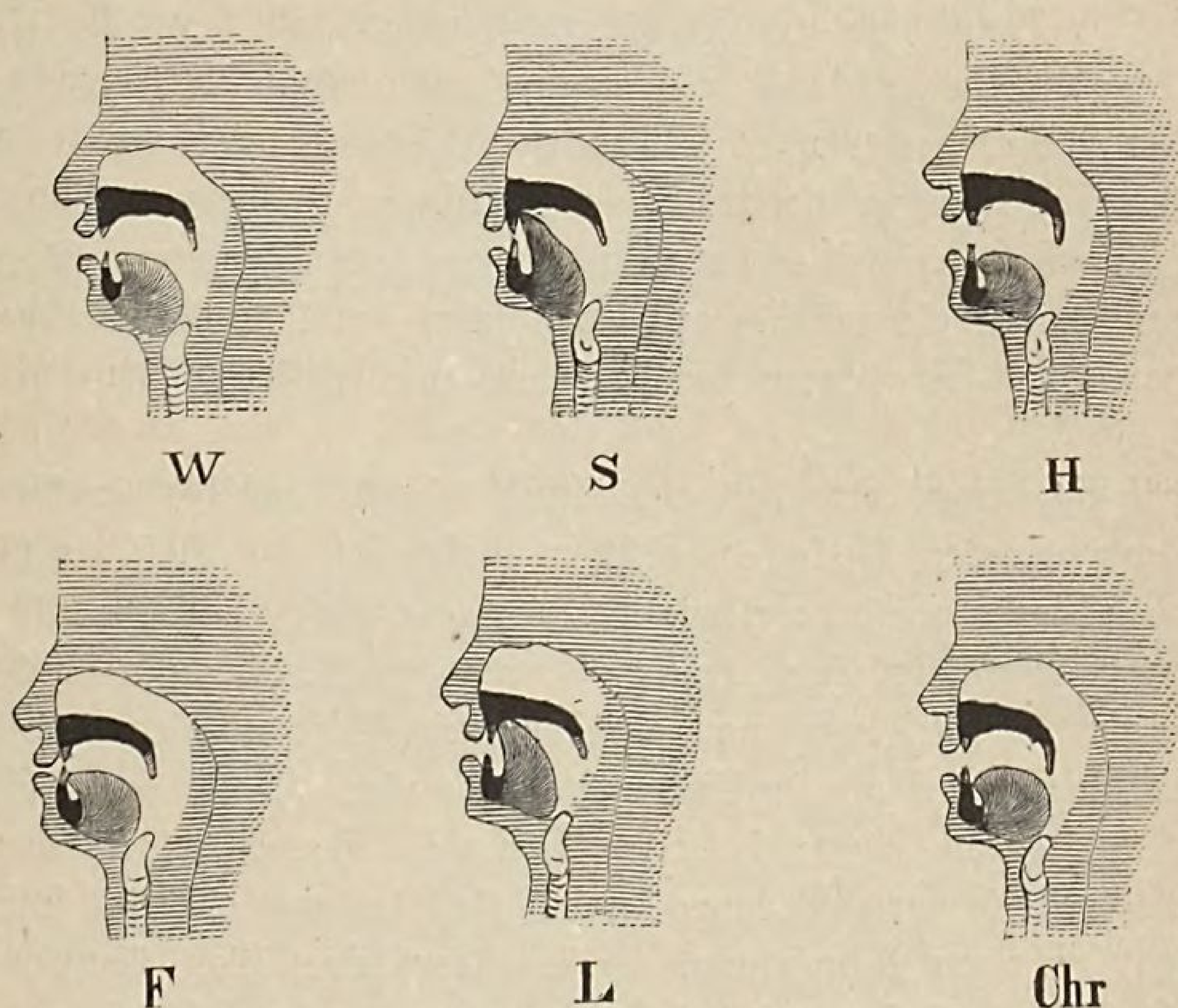


Fig. 138. Lippen — Zunge — Gaumen

beim Sprechen.

(Die Knochen sind schwarz, — die Weichtheile mit Strichen bezeichnet, — die Luftwege weiß.)

Haltung, wie in **S** und **L**, vibrirende Bewegung, so sprechen wir das Zungen-**R** aus, welches für Singende das einzig richtige **R** ist: deßhalb, weil es allein gestattet, den Gaumen in voller Weite offen zu halten. Ebenso wird es des größern Schalles und der größern Deutlichkeit wegen auf der Bühne gesprochen und heißt deßhalb das „dramatische" **R**. Das **R** des gewöhnlichen Lebens wird durch Vibriren der vorderen Gaumensegel und des Zäpfchens hervorgebracht und klingt sehr häufig bei nach-

lässig sprechenden Personen, selbst bei Gesanglehrern, wie **Ch.** (Diese Buchstaben nannte man Zitterlaute.)

Endlich sind noch diejenigen Buchstaben zu nennen, welche wir bei geschlossenen Mundorganen, also indem wir die Luft nöthigen, durch die Nase abzufließen, hervorbringen: bei geschlossener Lippe **M**, — bei Verschluß mit der Zunge **N**, — bei verengtem Gaumen, aber geöffnetem Munde jenen Laut, welchen wir **NG** schreiben, z. B. in „bange", „eng" u. s. w. (Die Klänge hat man Nasenlaute getauft, — sie sind aber die eigentlichen „Verschluß-Laute".)

Für die Deutlichkeit ist es nothwendig, daß man die Consonanten kurz und so „präcis" als möglich ausspreche, damit unmittelbar darauf der Raum wieder offen sei, welcher nothwendig ist, um den Luftstrom, der den Ton in sich trägt, herausdringen zu lassen. Man sieht ferner, welche Schwierigkeit es hat, beim Singen und gleichzeitigen Sprechen die Zunge so tief als möglich auf dem Boden der Mundhöhle liegen zu lassen, damit der Schallstrom wie durch ein weit geöffnetes Thor herausströme.

Noch schwieriger wird das Verhältniß dadurch, daß die verschiedenen Organe auch bei den Vokalen nicht in Ruhe sind. — Daß die Vokale nicht im Kehlkopfe gebildet werden, wo der Ton entsteht, sondern daß jeder Vokal seinen eigenthümlichen „Klang" durch den Mund, also durch das „Anblaserohr", erhält, kann man auf doppeltem Wege beweisen, zuerst indem man die Luft bei offener Stimmritze, also ohne einen Ton zu bilden, ausstößt und dabei spricht: Flüsterstimme. Hierbei entsteht nur ein schwaches Geräusch durch Reibung der Luft; es kommen aber die Stimmbänder gar nicht zur Mitwirkung, — sie bilden keinen Ton, könnten also auch nicht beim Entstehen der Vokale mitwirken; — dennoch vermag man die eigenthümliche Klangfarbe der Vokale auch in der Flüsterstimme bestimmt und deutlich anzugeben. — Zweitens kann man den Beweis führen, wenn man bei mäßig geöffnetem Munde mit einem dünnen Metallgegenstande an die Zähne anschlägt, oder eine schwingende Metallzunge (eine Maultrommel) mit der Luft im innern Raume des Mundes in Berührung bringt; auch ohne daß man Luft aus dem Munde ausstößt, also vollständig ohne Mitwirkung des Kehlkopfes, kann man schon allein durch die Stellung des Mundes den Klang der einzelnen Vokale zu Gehör bringen.

Es sind auch hier bestimmte „Obertöne", welche bei bestimmter Form

der Mundhöhle entstehen und welche den eigenthümlichen Vokalklang bedingen*). Nach ihrer Klangverwandtschaft würden die fünf Vokale und drei Diphtongen unserer Sprache mit ihren charakteristischen Obertönen in folgender Weise zu ordnen sein.

f	b'	b''	g''' d''	b''' f'	d'''' f	cis''' f'	g''' f
U	O	A	Ä	E	I	Ö	Ü

Dieser Reihenfolge entspricht jedoch die Reihenfolge der Vokale sehr wenig, welche man nach Maßgabe der Stellung des Mundes aufstellen könnte. Der Vokal **A** entspricht der Stellung des Mundes beim Consonanten **H**, ist also derjenige Vokal, der bei regelmäßiger, den Organen angemessener Oeffnung von Gaumen, Mund und Lippen erklingt. Nehmen wir ihn als Ausgangspunkt, so lassen sich die Vokale nach der Stellung des Mundes in drei Reihen anordnen.

$$A \begin{cases} E \;.\;.\;.\; I \\ Ö \;.\;.\;.\; Ü \\ O \;.\;.\;.\; U \end{cases}$$

Die Lippenstellung ist aber nicht das einzige Hülfsmittel zur Erzeugung der Vokale, sondern auch der Gaumen und die Stellung des Kehlkopfes kommen in Betracht. Die Mundöffnung wird größer, breiter und enger zusammengezogen beim Aussprechen der Vokale in der Reihenfolge

U — O — A — E — I,

so daß **I** der Vokal mit der breitesten Mundstellung ist. Ferner bewegt sich der Gaumen beim Sprechen der Vokale und steigt in die Höhe, und zwar in der Reihenfolge

A — E — O — U — I.

Mit Ausnahme des Vokales **I**, bei welchem der Mund am breitesten, Gaumen und Kehlkopf am höchsten sind, und des Vokales **E**, bei welchem wenigstens Mund und Kehlkopf sich in gemeinsamer Richtung bewegen,

*) Man kann die Obertöne der Vokale am geöffneten Munde nachweisen, durch lautes Erklingen der in jenen Tönen abgestimmten Stimmgabeln; man kann sie hören mittelst der „Resonatoren", oder im Nachhall eines Pianoforte mit erhobenem Dämpfer, in welches man einen Vokal hineinspricht.

haben diese drei Reihen der Vokale große Verschiedenheiten unter einander, und eben dieser Wechsel der Organe bedingt die Eigenthümlichkeit der Klangfarbe, welche unser Ohr zwischen den verschiedenen Vokalen wahrnimmt.

Wahrscheinlich hängt es vom verschiedenen Standpunkte des Kehlkopfes ab, daß Männer nicht dieselben Vokale in der Höhe leicht und bequem singen können, wie Frauen; für Männer sind **E** und **I** in der Höhe angenehm zu singen, also diejenigen Vokale, bei denen Gaumen und Kehlkopf hoch sind, die Lippen genähert, der Mund verbreitert; Frauen dagegen können in der Höhe besser **O** und **A** singen, also diejenigen Vokale, welche eine Mittelstellung haben, wo der Mund weit geöffnet ist, aber der Gaumen etwas herabhängt. — Die Mitwirkung der Mandeln beim Singen scheint darin zu bestehen, der Singstimme größern oder geringern „metallischen Klang" zu geben. Je kleiner und je weiter von einander entfernt die Mandeln sind, um so größer ist die Oeffnung in der Gaumengegend, und um so sonorer und „metallischer" klingt die Stimme. Nach gemachten Beobachtungen kommt dies besonders der Kopfstimme zu Gute. Personen, denen man die Mandeln durch chirurgische Operation entfernen mußte, hatten nach der Heilung einen geringeren Umfang im Brustansatz, während der Kopfansatz um 2 bis 4 Töne an Umfang gewonnen hatte und außerdem wohllautender geworden war. (d.) — Auch für die Tonlage des Stimmorgans sollen die Gaumentheile nicht ohne Einfluß sein. So will man gefunden haben, daß das Zäpfchen bei wohllautenden Tenorstimmen fast immer dick und fleischig, bei Sopranstimmen dagegen dünn und spitzig sei. (e.)

Von besonderem Einflusse scheint uns zu sein der Bau des Mundes. Wenn der harte Gaumen flach ist, so brechen sich die aus dem Kehlkopf hervorkommenden Luftströme in ungünstiger Weise an demselben; je höher gewölbt aber der harte Gaumen ist, um so klangvoller und markiger wird der Ton. Dafür scheint es aber den Sängern schwer zu werden, in den höheren Stimmlagen deutlich zu vokalisiren, und besonders das **E** klingt leicht wie **I**. — Schlechte Sänger können in der Regel nicht **E** singen, sondern wählen dafür das ihnen bequemere **A**; sie singen z. B. „laban" statt „leben", — „Triäua ond Liaba" statt „Treue und Liebe". —

Ueberblickt man die sehr vielfache Thätigkeit unserer Mund- und Halstheile beim Bilden des Tones, — beim Bilden der Vokale, —

beim Bilden der Consonanten, so muß man sich gestehen, daß trotz der Vielseitigkeit der dabei vorkommenden Bewegungen doch die Grundregeln für deutliches Sprechen und richtiges Singen ziemlich einfach sind; denn sie lauten nur dahin: die verschiedenen Bewegungen möglichst schnell auszuführen und alle unnöthigen Bewegungen zu unterlassen, damit das Ansatzrohr möglichst reichlichen Raum für die durchströmende Luft gewähre. Je einfacher und je naturgemäßer die Organe gebraucht werden, um so richtiger ist das Singen, um so deutlicher und wohlklingender ist das Sprechen.

Die Sprache ist die geistigste aller unserer Körperthätigkeiten. Wie wirksam sie ist für die Ausbildung unserer geistigen Fähigkeiten, haben wir bei den Sinnen (S. 203 u. f.) bereits gesehen. Die Sprache bildet einen Maßstab für den Umfang unserer geistigen Thätigkeit und für die Erinnerungsbilder unseres Gehirns. Für jede klare Vorstellung besteht ein Wort; die Zahl der Worte, über welche Jemand verfügt, erweist seinen Reichthum oder seine Armuth an geistigem Besitz. Man hat in England die Worte gezählt, welche unter besonderen Verhältnissen angewendet wurden. Dem großen Dichter Shakespeare standen 15,000 Worte zur Verfügung, — hervorragende Parlamentsredner gebrauchten deren etwa 10,000, — in den besten Zeitungen finden sich etwa 6000 Worte, und der gewöhnliche englische Arbeiter bedarf zu seinen Mittheilungen nicht mehr als 2000 Worte. — Wem käme hier das Bild der vielfachen und der einfachen Gehirnwindungen des großen Mathematikers und des einfachen Landmannes nicht in Erinnerung. (Fig. 43 und Fig. 44.)

Um zunächst diejenigen sogenannten „Seelenvermögen" kennen zu lernen, welche zum Sprechen nothwendig sind, muß man die allereinfachsten Aeußerungen betrachten und den ganzen geistigen Vorgang des Sprechens verfolgen. Wenn wir z. B. auf einen Baum zeigen und Jemand auffordern, die Benennung desselben auszusprechen, so müssen dabei drei verschiedene geistige Thätigkeiten in uns vorgehen, welche sich von einander unterscheiden lassen: zuerst muß der Sinneseindruck, welchen wir beim Sehen des Baumes in unserem Auge erhalten, zu einer Vorstellung in unserm Innern werden; — zweitens müssen wir uns der allgemein angenommenen sprachlichen Bezeichnung, also des Wortes für diese Vorstellung erinnern; drittens muß hierauf die in Gang gebrachte Hirnthätigkeit im Stande sein, die Nerven der Sprachwerkzeuge zu erregen.

Wir bedürfen also der Vorstellung, des Gedächtnisses, des Willens. Daß wir diese dreifache Thätigkeit zum Sprechen nöthig haben, erkennen wir theils durch das Bewußtsein, theils durch die Beobachtung am Krankenbette. Sehen wir uns zuerst ein Beispiel an, in welchem die Bildung der Vorstellung mangelte.

Ein 16jähriges Mädchen litt an Lähmung des Armes und Beines der rechten Seite und der rechten Gesichtshälfte. Als sie in ärztliche Behandlung kam, sprach sie undeutlich wegen theilweiser Lähmung der Zunge und des Mundes. Innerhalb mehrerer Monate minderte sich dieses Leiden erheblich; die Sprache wurde in Vokalen und Consonanten gut artikulirt, klar und deutlich. Die Kranke konnte, wenn man ihr ein Buch reichte, einen Theil der Wörter leicht und fließend lesen, stockte dann aber bei einem oder dem andern Worte plötzlich und erklärte, daß sie dasselbe nicht aussprechen könnte. Forderte man sie auf, es niederzuschreiben und seine Bedeutung durch Umschreibung mit andern Worten zu erklären, so war sie auch dies nicht im Stande, denn obwol sie das Wort gut sehen konnte, obwol sie es mechanisch nachsagte, wenn man es ihr vorsprach, fehlte ihr doch jedes Bewußtsein vom geistigen Inhalte, den das Wort bezeichnete: sie vermochte sich nicht die zum Worte gehörige Vorstellung zu bilden. Ihr Sprachorgan war gesund: der Sinneseindruck geschah durch die Augen, wie durch das Gehör; der Wille war in der ihm nöthigen Nervenleitung ungestört, denn die Kranke vermochte das vorgesagte Wort nachzusprechen, aber die Vorstellungsbildung fehlte.

In andern Fällen ermangeln die Kranken der Erinnerung. Ein 53jähriger Geschäftsmann, der im völligen Wohlbefinden einen Spaziergang machte, wurde von einem ihm begegnenden Bekannten angeredet und bemerkte im Gespräche mit demselben plötzlich, daß es ihm unmöglich wurde, seine Gedanken genau auszudrücken. In der Furcht, man möchte ihn für berauscht halten, brach er das Gespräch ab und begab sich zu einem Geschäftsfreunde, dem er eine Zahlung zu leisten hatte. Hier vermochte er sich zu seinem Schrecken der Größe des Betrags, die er beim Ausgange genau gewußt hatte, nicht mehr sicher zu erinnern, so daß er auf Umwegen im Gespräche erst vom Andern die Höhe der Summe in Erfahrung bringen mußte. Seit dieser Zeit bemerkte er immer mehr und mehr, daß sein Wortgedächtniß gelitten hatte; die übrigen geistigen Fähigkeiten waren unberührt; er erinnerte sich vollkommen gut an Personen und Gegenstände, aber nicht mehr an ihre Namen, selbst nicht an die

seiner Kinder und seiner nächsten Freunde. Später besserte sich sein Zustand: er sprach schnell, brachte die einzelnen Worte vollkommen deutlich und richtig hervor, allein zuweilen stockte er mitten im Gespräche, besann sich auf ein Wort und fand dasselbe zuweilen, zuweilen mußte er es sich von Andern sagen lassen. Das fehlende Wort vermochte er nicht aufzuschreiben, wie er selbst sagte, „weil er sich ja des Wortes nicht erinnern könne"; aber schrieb ein Anderer das Wort auf, so las er es mit vollkommener Leichtigkeit. Er vermochte dasselbe auch zu umschreiben, durch ähnliche Bezeichnungen zu erklären, oder mit klarer, selbstbewußter Vorstellung auf den Gegenstand, den er meinte, hinzudeuten, denn es waren oft die gewöhnlichsten Ausdrücke des täglichen Lebens, wie „Tisch, Stuhl, Buch", deren Benennung er nicht auszusprechen vermochte. Sein Sprachorgan war gesund; der Sinneseindruck brachte eine Vorstellung in ihm hervor; er besaß auch ungestörten Willen, diese Vorstellung mit Hülfe der Sprache zu bezeichnen; aber das Gedächtniß fehlte ihm, um diese Bezeichnung finden zu können.

In andern Fällen ist Gedächtniß und Vorstellung vorhanden, der Willensanstoß aber kann nicht gebildet werden. Ein 59 Jahre alter Schuhmacher wurde wegen Brustkatarrhs behandelt. Als er eines Morgens erwachte, fühlte er, daß es ihm schwer fiel, das rechte Bein und den rechten Arm zu bewegen, und daß er beim Sprechen behindert war. Man fand geringe Lähmung der rechten Seite. Der Kranke konnte manche Worte leicht und deutlich aussprechen, während er mitten in der Rede bei einem oder dem andern Worte stockte, weil es ihm unmöglich wurde dasselbe hervorzubringen; er erinnerte sich aber jederzeit vollkommen gut des Wortes, machte mit lebhaftem Mienenspiel und Bewegungen alle Anstrengungen, dasselbe auszusprechen, brachte aber höchstens unartikulirtes Stöhnen hervor, welches an die Vokallaute des beabsichtigten Wortes etwa erinnerte. Sagte man ihm ein anderes Wort, als das, welches er nicht aussprechen konnte, so wußte er immer, daß dies ein unrichtiges war; sprach man ihm aber das richtige Wort vor, so erleichterte ihm dies sein Sprechen nicht im geringsten, er vermochte das vorgesprochene Wort nicht nachzusprechen. Da die rechte Hand gelähmt war, ließ sich auch nicht versuchen, ob er dasselbe zu schreiben vermöchte, denn die Figuren, welche er mit der linken Hand aufzeichnete, konnten nicht enträthselt werden. Er war jedoch der festen Ueberzeugung, daß er das Wort würde niederschreiben können, wenn er nur den freien Gebrauch der Hand hätte. Die

Worte, welche ihm fehlten, waren bald seltener gebrauchte, bald die allergewöhnlichsten, z. B. sein eigener Name. Die geistigen Fähigkeiten waren übrigens ganz ungestört. — Es handelte sich also hier um Sprachlosigkeit, welche auf unzureichenden Willensanstoß begründet war. Dem Mann fehlte es nicht an Bildung der Vorstellungen; seine Sprachwerkzeuge waren im Uebrigen gesund und vermochten ganz ähnliche Worte deutlich hören zu lassen; sein Gedächtniß war gut, denn er wußte genau immer das entsprechende Wort zu finden, aber er vermochte bei einzelnen Worten seinen Willen nicht zu übertragen auf die Bewegungsorgane.

Auffallend und bezeichnend war die verschiedene Weise, in welcher sich die drei Kranken verhielten, wenn ihnen die Worte fehlten. Der letzterwähnte Kranke machte heftige Anstrengungen, um das Wort, welches er im Innern klar erfaßt hatte, herauszupressen; tief einathmend, die Muskeln des Gesichts bewegend, mit der Zunge im Munde umherfahrend, versuchte er das Wort auszusprechen, bis er endlich sein Vorhaben mit einem trostlosen „Nein" aufgab. Es war eine Art Kampf, den er mit seinem Körper gegen ein unsichtbares Hinderniß führte. Der andere Mann, dem das Gedächtniß fehlte, betrug sich genau so, wie Jemand, der sich auf Etwas besinnt, über Etwas nachdenkt; er hielt inne, schlug die Augen nieder, bedeckte sie mit der Hand, oder sah empor, unbeweglich im Gesichte verharrend; aber es fiel ihm nicht ein, irgend welche Anstrengung zum Aussprechen der Worte zu machen, da er sich bewußt war, daß er in dem Augenblicke keine Kenntniß vom Laute derselben hatte. Das zuerst erwähnte junge Mädchen endlich, dem es nicht gelang, die Vorstellung vom Worte zu bilden, machte niemals eine Anstrengung, sich des Wortes zu erinnern oder dasselbe auszusprechen; es stockte nur, wenn es in einem Buche oder beim Sprechen auf eines der Worte stieß, zu denen ihm die Vorstellung fehlte, und blickte halb verwundert, halb fragend um sich. Diese Form der Sprachlosigkeit scheint übrigens die seltenste zu sein, wenn sie auch wiederholt beobachtet worden ist. Auffallend trat sie bei einem Manne hervor, welcher nach heftigen epileptischen Anfällen für viele Worte die Fähigkeit der Vorstellung verloren hatte. Sagte man ihm diese Worte jedoch vor, so vermochte er sie leicht in jeder Sprache, welche er verstand, nachzuschreiben, aber es war ihm nicht möglich, das, was er eben erst geschrieben hatte, selber laut abzulesen; die Worte und Buchstaben erweckten durchaus keine Vorstellung in seinem Innern. —

Wir haben in diesen drei Beispielen den geistigen Einfluß der Vor-

stellung, des Gedächtnisses und des Willensanstoßes nachgewiesen. In jedem Falle zeigten sich andere Erscheinungen, je nachdem durch Krankheit diese oder jene Thätigkeit fehlte. Noch andere sind wiederum die Erscheinungen, wenn nicht eine einzelne geistige Thätigkeit unterbrochen ist, sondern wenn überhaupt die Denkfähigkeit des Hirnes in ihrer Gesammtthätigkeit beeinträchtigt ist. Ein solches Beispiel stellt uns die gleichmäßige Abnahme der Hirnthätigkeit bei manchen Menschen in den höheren Lebensjahren dar, der sogenannte Altersschwachsinn. Hier ist nicht nur das Gedächtniß vermindert, sondern auch die Fähigkeit, Eindrücke aufzunehmen und Vorstellungen zu bilden, hat abgenommen und der Wille ist nicht so kräftig, als zu früheren Zeiten. Alle drei Thätigkeiten sind noch vorhanden, aber in minderem Grade.

Ein Greis von 75 Jahren, welcher äußerlich wohlgenährt und rüstig war, dessen rechter Arm und rechter Fuß in Folge eines vor sieben Jahren eingetretenen Schlaganfalls gelähmt waren, dessen Sinne und Körperverrichtungen aber keine Krankheitserscheinungen boten, mußte auf richterlichen Antrag ärztlich untersucht werden, weil er wegen Störung im Sprachvermögen nur unvollkommen seine Gedanken auszudrücken vermochte und daher zu Zweifeln über seine geistige Zurechnungsfähigkeit und über die Möglichkeit der Selbstverwaltung seines Vermögens gegründeten Anlaß gab.

Der Arzt, welcher ihn in seiner Behausung aufsuchte, fand den alten Herrn in einem Lehnsessel nahe am Fenster sitzend, die Tabaksdose auf dem Tische, einen Krückstock unmittelbar neben sich. Der Blick des Kranken war häufig ausdruckslos, etwas stier, im Ganzen matt; im Augenblicke der Erregung jedoch blitzte das Auge lebhaft auf. Seine Gesichtszüge hatten freundlichen Ausdruck. Als der Kranke den eintretenden Arzt sah, nahm er rasch mit seiner linken Hand das Hauskäppchen ab und grüßte mit freundlicher Miene und vielen Verbeugungen des Oberkörpers. Es entspann sich nun ein Gespräch, welches wir in den Hauptzügen mittheilen wollen.

Auf die Frage, ob er Herr A. sei, antwortete der Kranke mit Ja und Kopfnicken. Nach seinem Alter gefragt, sprach er: „Kann nicht sagen," indem er zugleich mit seinem Munde höfliche Bewegungen ausführte, als ob er sich mit Gewalt eine andere genauere Antwort erzwingen möchte. Es wurden ihm nun mehrere Jahre genannt.

Frage: Etwa 50? — Antwort: Mehr.

Frage: 60? — Antwort: Mehr.
Frage: 70? — Antwort: Mehr.
Frage: 80? — Antwort: Nicht so viel.
Frage: Also 72? — Antwort: So, so, ja.
Frage: Also 73? — Antwort: (lebhaft) Ja, ja.
Frage: 74? — Antwort: Ja, ja.

Dabei nickte er lebhaft mit dem Kopfe und antwortete, je näher man mit den Fragen der Wahrheit kam, um so rascher.

Gefragt, wie die Gasse heiße, in welcher er wohne, antwortete er wieder: „Kann nicht sagen," wies aber zum Fenster hinaus in die Gegend der Straße, wo nahe seiner Wohnung an einer Straßenecke eine Tafel mit dem Namen der Gasse angeschlagen war, mit den Worten: „Gleich neben, da, da." Aus dieser Antwort ergibt sich die kindliche Unbefangenheit des Mannes, welcher nicht einzusehen schien, daß der Fragende nicht etwa den Namen der Gasse wissen wollte, sondern daß er durch seine Fragen nur den Umstand erörtern wollte, ob der Antwortende diesen Namen kenne oder nicht. Als man ihm eine Anzahl Straßennamen vorsagte, antwortete er bei jedem unrichtigen: „Nein," und schließlich, als die richtige Straße genannt wurde, lebhaft „Ja", wobei er jede verneinende Antwort mit Kopfschütteln, jede bejahende mit Nicken des Hauptes begleitete.

Frage: Sie bewohnen Ihr eigenes Haus? — Antwort: Ja.

Frage: Haben Sie Ihr Vermögen selbst erworben? — Antwort: Ja.

Frage: Haben Sie ein Geschäft betrieben? — Antwort: Ja.

Frage: Was war Ihr Geschäft? — Antwort: (über die Gasse auf die Verkaufsläden zeigend und sehr lebhaft) Wie das dort.

Frage: Welches? — Antwort: Kann nicht sagen.

Frage: Also Specereihändler? — Antwort: Nein.

Frage: Schneider? — Antwort: Nein.

Frage: Strumpfwirker? — Antwort: Ja, aber nicht so hoch.

In Folge dieser unverständlichen Antwort wurde die Magd herbeigerufen und nach dem ehemaligen Geschäfte ihres Herrn befragt; nachdem sie Auskunft gegeben, stellte man die weitere Frage: Posamentirer? — Antwort: (freudig zustimmend) Posamentirer.

Frage: Können Sie noch gehen? — Antwort: (auf den Stock deutend) Nicht gehen können — (mit dem Kopfe nickend) nicht gehen können.

Frage: Sie meinen, daß Sie nur mit Hülfe Ihres Stockes gehen können? — Antwort: Ja.

Frage: Gehen Sie auch zuweilen aus dem Hause? — Antwort: Nicht viel, nicht weit, ganz klein.

Frage: Sie meinen, daß Sie nicht weit gehen können? — Antwort: Ja. (Mit der linken Hand macht der Kranke die Bewegung des Umarmens.)

Frage: Sie meinen, daß Sie Jemand umarmen und führen muß? — Antwort: (freudig nickend) Ja.

Frage: Wie kommen Sie über die Stiege? — Antwort: (kopfschüttelnd) Nicht können.

Frage: Werden Sie hinabgeführt? — Antwort: Ja (wobei wieder die Bewegung der Umarmung gemacht wird).

Frage: Oder lassen Sie sich tragen? — Antwort: (nickend) Ja, ja.

Frage: Wohin kommen Sie, wenn Sie in der Richtung der Gasse fortgehen? — Antwort: Nicht viel, ganz klein.

Frage: Kommen Sie auf einen Platz? — Antwort: Nein, nein.

Frage: Liegt nach dieser Richtung zu nicht ein Platz? — Antwort: Nein, nein.

Frage: Besinnen Sie sich doch. — Es erfolgt keine Antwort.

Frage: Ist nicht dort der Jacominiplatz? — Antwort: Ja, ja.

Frage: Und ein großes Gasthaus? — Antwort: Nein.

Frage: Ein Hotel, ein Gasthaus zum Einkehren und Wohnen? — Antwort: Nein.

Frage: Der Gasthof zur Stadt Triest? — Antwort: Ja, ja.

Der Kranke vermochte sich also auf irgend welche allgemeinere Fragen nach einem Platze, einem Gasthofe keine Rechenschaft zu geben; sobald man aber den bestimmten Namen des ihm genannten Platzes oder des Gasthofes sagte, erinnerte er sich desselben und antwortete richtig. In gleicher Weise konnte er die täglich von ihm genossenen Speisen und die Kosten seines täglichen Aufwandes nicht im Allgemeinen bezeichnen, bejahte aber, sobald nach vielen Kreuz- und Querfragen das Richtige getroffen wurde. Ueber den Stand seines Vermögens, namentlich über den Werth seines Hauses, über sein in Papieren bestehendes Besitzthum, sowie über sein jährliches Einkommen gab er unbestimmte Antworten, indem er bei größeren Summen, sobald sie in die Tausende stiegen, bei einer und derselben Summe bald zustimmte, bald verneinte. Als man ihm verschiedene

Geldsorten vorzeigte, schien er Noten von 5 und 10 Gulden zu unterscheiden, bei 50 und 100 Gulden war er schon im Unklaren. Zwar erkannte er, daß es Noten von größerem Betrage seien, als die von 5 und 10 Gulden, allein ob 50 oder 100 Gulden ein höherer Betrag sei, dafür konnte er sich ebensowenig bestimmt entscheiden, als er 50 und 100 in Beziehung auf ihren Werth richtig zu erkennen vermochte. Er antwortete auf die nämlichen Fragen bald mit: „Mehr," bald mit: „Nicht so viel," oder: „Anders," — so daß er in Bezug auf seine Fähigkeit, Zahlen aufzufassen und zu beurtheilen, an gewisse in den Anfängen der Civilisation noch befindliche Völker erinnerte, welche nicht höher mit Sicherheit zu zählen verstehen als die Zahl ihrer Finger. —

Man erkennt aus Allem, daß die geistige Thätigkeit des Mannes im Allgemeinen und nach allen Richtungen ziemlich gleichzeitig herabgesetzt war. —

Man muß also in Beziehung auf die Erkrankungen des Stimmorgans unterscheiden zwischen der Tonlosigkeit der Stimme (aphonia), der Sprachunfähigkeit durch Hemmnisse in Zunge und Mund (alalia), welche auch nur in mangelhafter oder fehlender Aussprache einiger Buchstaben bestehen kann (wie des S bei Anstoßen der Zunge, des P bei fehlerhafter Lippenform, z. B. bei Hasenscharte), — ferner ist zu unterscheiden der unregelmäßige Gebrauch der Muskeln, also das Stottern, — und endlich die Sprachstörung in Folge fehlerhaften oder ungenügenden geistigen Einflusses.

Die neueren Beobachtungen haben ergeben, daß der geistige Einfluß auf das Sprechen von einem bestimmten Theile des Gehirns ausgeübt wird. (f.)

Die Sylvische Grube erblickt man in Fig. 139 in ihrer Lage zu den übrigen Theilen des Kopfes und des Gehirns. Es ist jene tiefe Furche des großen Gehirns, welche zur Seite im vordern Theile der Schläfengegend, etwas hinter dem Auge, schräg nach oben bis über das Ohr sich erstreckt. Dieser Spalte des Hirnes schrieb man für die geistigen Verrichtungen die Bedeutung eines Klangfeldes zu; später glaubte man ein solches in der zweiten Windung des Stirnlappen zu finden. Jede Verletzung durch Erkrankung oder durch Einwirkung bedeutender Kältegrade oder durch eine Wunde hat Störungen der Sprache zur Folge. So bewirkte eine durch örtliche Krankheitsvorgänge hervorgerufene Entzündung eine Hemmung des Sprachausdruckes, wobei einzelne Worte,

z. B. Kopf, Hand, nicht mehr erfaßt werden konnten, oder in andern Fällen falsche Worte gesprochen wurden, z. B. das Wort „gelb" für „Hand"; zuweilen war der Wortbau gestört, so daß der Kranke z. B.

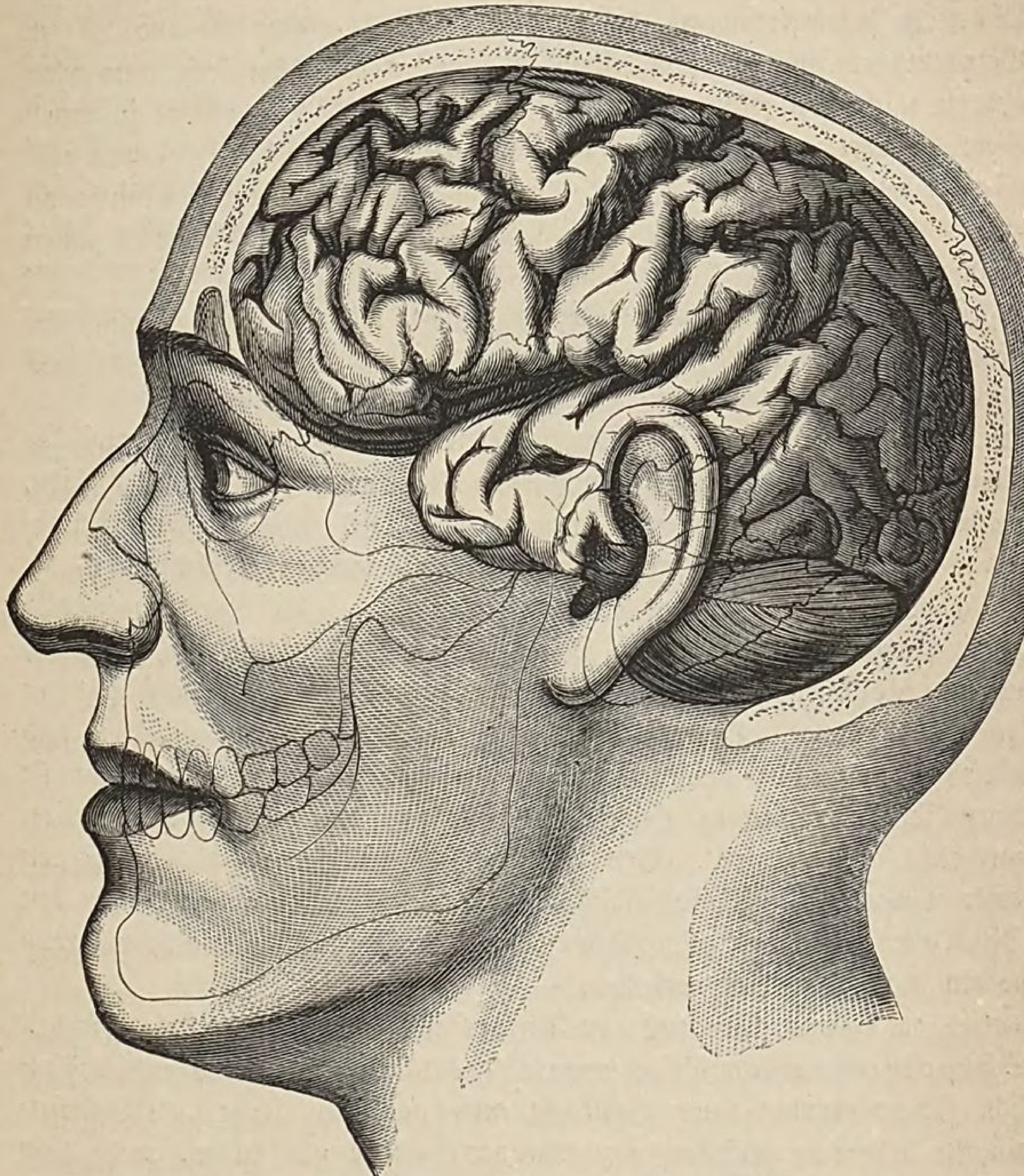


Fig. 139. Die Lage des Gehirns im Kopfe.

statt „Husten" jedesmal „Hutzen" sagte. (g.) In anderen Fällen wurde bei vollkommen gesunder Gedankenbildung, und obwol der Kranke das bestimmte Wort im Gedächtnisse hatte, ein falsches Wort an seine Stelle

gesetzt, z. B. „Kopfschnee" statt „Kopfschmerz", „Warmwarm" für „wollene Jacke". (h.) Ferner findet man bei denjenigen Irrsinnigen, welche an Gehörstäuschungen leiden und beständig gesprochene Worte zu hören meinen, immer auch krankhafte Veränderung dieses Gehirntheiles.

Von Interesse ist es, daß diejenigen Thiere, welche Gedächtniß für Worte besitzen und welche einzelne Worte und Sätze der menschlichen Rede nicht nur in der Erinnerung jahrelang festhalten können, sondern auch den Sinn derselben zu fassen vermögen, auch eine Sylvische Grube in ihrem Hirn besitzen, wenn auch minder ausgebildet, als bei dem Menschen. Dies ist der Fall beim Hunde und beim Pferde. Beide Thiere haben daher gleichsam ein „passives" Sprachvermögen, d. h. sie können die Eigenthümlichkeiten der Sprache wohl geistig zum Theil erfassen, aber sie vermögen die Worte nicht selbst zu bilden, woran technische Hindernisse (des Gaumens, der Wangen und der Lippen) vorwiegend schuld zu sein scheinen. — Anders ist die Sprachunfähigkeit beim Mangel der Sylvischen Grube, wie z. B. bei Affen und jenen Menschen mit zu kleinem Gehirn, welche man Affenmenschen genannt hat. Hier fehlt die Sprachfähigkeit nicht wegen der technischen Hindernisse, als vielmehr deßhalb, weil die Auffassungsfähigkeit für den Wortlaut mangelt. — Bei sprechenden Vögeln: Papageien, Elstern, Staaren, fehlt ebenfalls die Fähigkeit, Worte aufzufassen; ihr Sprechen ist nur eine Nachbildung oft gehörter Töne und Klänge. Dies geht daraus hervor, daß sie manche Worte und Melodien nur dann nachsprechen und nachpfeifen lernen, wenn man sie ihnen immer wieder in gleicher Tonhöhe und mit gleicher Modulation vorspricht und vorpfeift. Erst nach langer Zeit lernen die begabtesten unter ihnen die Tonhöhe selbständig ein wenig zu verändern; aber den Sinn aller von ihnen gesprochenen Worte verstehen sie niemals, während sie einige unzweifelhaft verstehen. —

Der Stimmapparat der Thiere ist bei den in der Luft lebenden Säugethieren dem Stimmapparat des Menschen außerordentlich ähnlich. Man vermag einem Kehlkopfe auch nach dem Tode noch Schwingungen der Stimmbänder abzugewinnen, welche als rauhe, mehr dem „Schnarren" als einem Tone ähnlichen Geräusche wahrnehmbar sind, wenn man den Kehlkopf auf die Ausströmungsöffnung einer Windlade befestigt und deren Luft an Stelle der Lungenluft hindurchströmen läßt. Bekannt ist die Freude und Ueberraschung des französischen Forschers, welcher der Pariser Akademie zuerst diesen Versuch vorführte, wobei er

den Kehlkopf eines Schweines benutzte und ein ähnliches „Grunzen" hervorbrachte, wie es das Thier bei Lebzeiten hören ließ. Er hoffte, den Nachweis für die Eigenthümlichkeit der verschiedenen Thierstimmen gefunden zu haben. Aber schnell wurde seine Freude herabgestimmt, als er einen menschlichen Kehlkopf auf der Windlade befestigte und als auch dieser — — „grunzte". — Wohlklingende Töne von bestimmter Wellenzahl und Länge, also von bestimmter Höhe und Tiefe vermag der Kehlkopf der Menschen und Thiere nur dann hervorzubringen, wenn durch die Lebensthätigkeit des Thieres die Stimmbänder gleichmäßig angespannt sind; da sie nach dem Tode dicht am Schildknorpel starr und steif, an den freien Rändern dagegen schlaff sind, so rufen sie nur ungeordnete Luftwellen hervor, welche aus tönen, rasseln, schnurren und pfeifen zusammengesetzt, ein grunzendes Geräusch darstellen. Eigenthümliche Klangart und Modulation der Töne hängt zum nicht geringen Theile von dem Ansatzapparate der Schlund- und Mund-Höhle ab. Die Form dieser und der Lippen bietet im Verein mit der unzulänglichen Ausbildung des Hirnes bei den Thieren das Hinderniß der Sprache. Die Sprache der Thiere ist daher keine Wortsprache, sondern im günstigsten Falle eine „Tonsprache". Auch die letztere ist einfacher. Ein intelligenter, gut erzogener Jagdhund z. B., welcher Jahre lang vorwiegend mit Menschen verkehrt hat, vermag seine Wünsche und Stimmungen in vielen Fällen dem Herrn auszudrücken; aber die Geberdensprache muß dabei helfen. Wünscht er etwas, so geht er zum Herrn, und sucht durch ein kurzes Winseln die Aufmerksamkeit zu erregen; erreicht er dies nicht, so hilft er durch Kratzen mit der Pfote nach. Hat er Durst oder Hunger, so leckt er sich dabei die Schnauze, — wünscht er auszugehen, so blickt er nach der Thüre oder geht nach derselben hin, — will er an einen Fleck sich hinlegen, welcher ihm sonst als Ruheplatz nicht gestattet ist, so sieht er abwechselnd dem Herrn ins Gesicht und nach dem Orte hin, — will er nur Liebkosungen erhalten, so legt er den Kopf auf das Bein des Herrn oder schmiegt sich an den Herrn an. Die Stimme drückt also nur die Bitte im Allgemeinen aus; die Geberde muß den besonderen Gegenstand der Bitte bezeichnen, was natürlich immer nur in sehr einfacher Weise ausführbar ist. Ebenso beschränkt ist auch der stimmliche Ausdruck. Das Bellen des Zornes gegen einen Fremden und das jauchzende Bellen beim Wiedersehen des Herrn unterscheidet sich scharf; — aber das ungeduldige Bellen beim Spiele und der Vorwurf, welchen das Thier dem zurückkehrenden Herrn

macht, der ihn beim Ausgange nicht mitgenommen hatte, sind sehr schwer von einander zu trennen. In ähnlicher Weise ist das Winseln der Bitte und das traurige Winseln beim Weggehen des Herrn, welcher dem Thiere nicht erlaubt hat, ihn zu begleiten, genau unterscheidbar; dagegen bringt der Jagdhund eine ganz ähnliche Reihe von der Höhe nach der Tiefe gehender Töne hervor, welche auf uns den Eindruck der Bekümmerniß machen, wenn man eine Zeit lang mit ihm spricht, ohne daß er darüber Klarheit gewinnen kann, was man von ihm will, ob man von ihm etwas fordert, ob man ihn tadelt oder lobt, sowie auch unmittelbar darauf, nachdem man ihm erlaubt hat, einen lang ersehnten Platz, z. B. neben dem Herrn, auf dem Sopha, ausnahmsweise einmal einzunehmen. In beiden Fällen ist eine ganz verschiedene Empfindung beim Thiere vorauszusetzen. Daß dieselbe in einer für unsere Wahrnehmung übereinstimmenden Weise zum Ausdrucke gelangt, scheint darauf hinzudeuten, daß man mit dieser Tonfolge nicht eine Kundgabe eines bestimmten Gefühles, sondern nur der allgemeinen Aufregung zu verbinden hat. In ähnlicher Weise kann man das Heulen und Jaulen der Hunde bei körperlicher Züchtigung von dem wehmüthigen Geheul, wenn der Herr sie irgendwo zurückgelassen hat, leicht trennen; aber man vermag nicht, einen Unterschied zwischen dem letzterwähnten Geheul und dem beim Hören hoher Töne der menschlichen Sopranstimme oder der Geige, oder einer hochgestimmten Glocke aufzufinden. Es ist also hier nur der äußere Körperschmerz in seinem Ausdruck unterschieden von dem durch Ungemach irgend einer Art hervorgerufenen geistigen Schmerzgefühl.

Eine viel größere Modulationsfähigkeit besitzen Papageien und zwar wiederum diejenigen am meisten, welche bereits Jahre lang ausschließlich unter Menschen gelebt und jenen Grad der Zahmheit und Ungezwungenheit zeigen, wie ihn unter den Vögeln nur dieser intelligenteste Vertreter der Vogelwelt gewinnt. Die hohen, weichen, schmeichlerischen Töne, mit denen das Thier seinen Herrn empfängt, der, heimkehrend, seinem Käfig sich nähert, und mit dem es sich an ihn anschmiegt, seinen Kopf an des Herrn Wange legt, — sind von dem Knurren der Angst und dem leisen Krächzen der Verdrießlichkeit (z. B. bei regnerischem Wetter), dem sehnsüchtigen Rufen nach dem Herrn und dem Kreischen des Zornes so bestimmt unterschieden, daß es nicht möglich wäre, diese Stimmungen miteinander zu verwechseln. Papageien werden niemals lachen, wenn sie verdrießlich sind, — wol aber ihrer Freude beim Wiedersehen des längere

Zeit entbehrten Herrn, oder bei etwas, was sie erheitert, auf diese Weise Ausdruck gewähren. Sie lernen auch einzelne Worte mit bestimmten Begriffen verbinden; namentlich unterscheiden sie die Namen bestimmter Persönlichkeiten. Den Namen, mit welchem der Papagei selbst genannt wird (Lory, Lora oder Koko), wendet er niemals auf Jemand Anders an, wol aber unterscheidet ein „Papa" und „Mama" sprechender Papagei mit diesen Ausdrücken ganz genau Herrn und Herrin, und wird niemals den Einen mit der Benennung des Andern anrufen. — Das freudige kurze „Miau" der Katze ist von ihrem langgedehnten hohen bittenden Miauen ganz verschieden, und ihr zorniges Prusten wird Niemand mit den langgezogenen Tönen verwechseln, durch welche sie Wunsch und Sehnsucht zu erkennen gibt. Den Zustand des stillen Wohlbehagens drückt die Katze durch das sogenannte „Schnurren" aus, welches in nichts Anderem als dem Vibriren der Gaumensegel, und also eigentlich in einem willkürlichen Schnarchen bei geschlossener Mundöffnung besteht. — Das kurze, freudige „Wiehern" der Pferde, welche Stimme und Schritt des Herrn dem Stalle sich nähern hören, ist mit ihrem halb unterdrückten furchtsamen Wiehern, oder mit dem rauhen, zornigen Gewieher nicht zu verwechseln, obwol diese Thiere geringere Ausdrucksfähigkeit in der Stimme haben. Das Stöhnen und der Schmerzenslaut des Pferdes, welches klagt, ist von den drei anderen eben erwähnten Ausdrucksweisen weit abstehend. — Unsere Hausthiere können also in beschränkter Weise bestimmte Gefühlsäußerungen, bestimmte Gemüthszustände mit Hülfe der Stimme bezeichnen. Vermuthlich vermögen dies alle intelligenteren Thiere, wenn es auch an genaueren Beobachtungen darüber fehlt.

Bei Singvögeln läßt sich Kummer, Bitte, Liebe, an den von ihnen hervorgebrachten Tönen mit Bestimmtheit unterscheiden, während die freudige Aufregung, sei es über Sonne und warme Luft, sei es über reichliches Futter, sei es über die Anwesenheit ihnen angenehmer oder laut sprechender Menschen, im Wesentlichen denselben Ausdruck findet. Am wenigsten Unterschied ist bei denjenigen Vögeln zu finden, welche man bestimmte Strophen singen gelehrt hat. Diese sind eine Art gefiederte Drehorgel geworden. Singt der Vogel dagegen seinen Waldgesang, so ändert er seine Strophen theils mit Willkür, häufiger, wie es scheint, nach Zufall ab. Man möchte das lustig klingende Singen einer Lerche, eines muntern Rothkehlchen, einer Grasmücke u. s. w. mehr ein halb unbewußtes Hin- und Her-Taumeln zwischen Tönen nennen, und es mit

den regellosen Bewegungen der Arme und Beine eines Kindes vergleichen, das beim Spazierengehen im Sonnenschein lustig auf der Wiese umherspringt. Die ungleich intelligenteren rabenartigen Vögel, unter ihnen besonders der echte Rabe, die Elster und im höchsten Grade der liebenswürdigste und klügste unserer einheimischen Vögel, der Eichelhäher, besitzen dagegen eine reiche Ausdrucksfähigkeit; namentlich übertrifft der letztere noch in vielen Beziehungen den Papagei, und machte er nicht seine geistigen Vorzüge durch Unsauberkeit und leicht erregbaren Zorn theilweise wieder zunichte, so würde er von dem ganzen gefiederten Volke der am meisten zu bevorzugende Genosse sein. Die Gesangsfähigkeit der Vögel wird noch dadurch vergrößert, daß sie einen sehr ausgebildeten Singmuskelapparat in ihrem zweiten Kehlkopfe besitzen, welcher nahe den Lungen, dicht über der Theilungsstelle der Luftröhre sich befindet. Die Zahl der Singmuskeln dieses Apparates ist verschieden bei ihnen. Möven, Reiher und Sägetaucher haben 1 bis 2, — Papageien 3, — und Singvögel 5 Singmuskel-Paare. Angeblich sollen bei Vögeln diejenigen Töne, welche Kummer und Besorgniß ausdrücken: zweisilbig, — die für Vergnügen und Zufriedenheit: schnell aufeinander folgend, — die für Liebe: sanft und langgezogen, — die für Freude: rauschend, schnell, viel modulirt und wohlklingend, — die für Zorn: schnell aufeinander folgend, aber durchdringend, unharmonisch und rauh, — die für Traurigkeit und Wehmuth: einsilbig, tief und gedämpft sein. Es dürfte jedoch schwer fallen, diese Unterscheidungen beim einzelnen Thiere genau nachzuweisen. —

Die Fische gelten für stumm; doch können einige auch außerhalb des Wassers mit Hülfe ihrer Kiemendeckel oder Lappen einen Laut von sich geben (z. B. Wetterfisch und Knurrhahn); wenn die Fische auch keine uns bekannten Stimmorgane haben, so geht aus der Beobachtung in ganz klarem Wasser (z. B. an Gebirgsseen) doch unzweifelhaft hervor, daß sie sich Zeichen unter Wasser müssen geben können. Wenn ein Fisch eine Gefahr wahrzunehmen glaubt, und vor derselben entflieht, so fliehen auch von ihm entfernte, welche wegen zwischen befindlichen hohen Gegenständen weder den fliehenden Fisch, noch den Gegenstand, welcher ihm Furcht einflößt, sehen können. Umgekehrt kommen aus Entfernungen und Richtungen, welche die Wahrnehmung mit den Augen vollständig ausschließen, die Fische in Schaaren herbei, wenn einige derselben ein leckeres Mahl gefunden haben. — Bei den Fröschen werden durch Schwingungen der aufgeblasenen Backen- und Kehl-Häute laute Töne hervorgebracht. Diese

Fähigkeit erwerben sie erst allmälig; ein Wasserfrosch muß vier Jahre alt sein, bevor er seine Meisterschaft im Quaken gewinnt. Anhängsel aus häutigen Säcken, welche sich aufblasen lassen, erhöhen die Stimme anderer Thiere (z. B. die Kehlsäcke des Orang Utan und des Brüllaffen, die sackartigen Anhängsel der Ente, zum Theil auch des Huhnes). — Schlangen und Eidechsen vermögen nur mit Kraft die Luft auszustoßen, — also die Bewegungen zu machen, welche wir beim „Seufzen" ausführen, — wobei die Luft mit Zischen hervordringt.

Von den Insekten bringen einige Käfer (Bockkäfer, Lilienhähnchen u. a.) „quietschendes" Getön hervor, indem sie die Flügeldecken an den Halsschilden reiben, — die Mistkäfer dadurch, daß sie den zweiten oder dritten Hinterleibsring mit seinem scharfen hinteren Rande an einem besonderen Tonapparate, der sogenannten „Reibleiste" reiben, welche sich an den Hüften der Hinterbeine befindet, und 84 quere Rillen hat; es entstehen hierbei zwei Geräusche: ein schwächeres Schnarren beim Ausstrecken und ein stärkeres beim Zusammenziehen des Hinterleibes. —

Die Ameisen erzeugen, wie bereits erwähnt, Töne in ähnlicher Weise mittelst Ringen des Hinterleibes und rufen oder verständigen damit einander. Feldheuschrecken und Grashüpfer „schwirren", indem sie die langen Hinterschenkel an den Flügel-Decken reiben; — es ist ein wahres Geigen mittelst der Hinterbeine an den Flügeln. Die eigentlichen Sing-Zirpen oder Zikaden haben einen besonderen Zirp-Apparat. — Unter den Schmetterlingen gibt nur der Todtenkopf einen langgezogenen schreienden Ton von sich, sobald er angefaßt oder vom Fanginstrumente berührt wird. — Von den zahlreichen Erklärungen der Entstehung dieses Tones (Einziehen der Luft durch den Rollrüssel, — Tonwerkzeug im Kopfe, — oder am Hinterleibe) ist wol nur diejenige richtig, welche die gewöhnlichen, seitlichen Athemöffnungen der Luftgefäße für das eigentliche Toninstrument hält. Diese Spaltöffnungen sind durch zwei einander gegenüberstehende mittelst ringförmiger Muskeln zu öffnender und zu schließender Querhäute geschlossen; jede Spaltöffnung besitzt also zwei winzige kleine Zungenhäute, welche in Form und Stellung den Stimmbändern des Menschen nicht unähnlich sind, aber eines Ansatzrohres entbehren, und nur bei denjenigen Insekten als Tonwerkzeug verwendet werden können, welche im Stande sind, mit einer gewissen Kraft und Schnelligkeit Luft durch diese Oeffnungen einzuziehen oder auszutreiben. Mit dieser Erklärung stimmt überein, daß ich 1860 an der Bienen-

königin beobachtet habe, wie sie ihr in mehrfacher Beziehung dem Tönen des Todtenkopfes ähnliches „Tüten" auf diese Weise und zwar mittelst der Athemöffnungen des Leibes ausführt, und daß es mir auch gelungen ist, nach dem Tode des Thieres mit Hülfe jener Oeffnungen das Tüten wieder hervorzubringen. Auch das „Summen" der Bienen und Fliegen kommt mittelst der Luft zu Stande, welche aus den Luftlöchern aus- und einströmt, wenn es auch in diesem Falle die vorderen Luftlöcher der Brust sind, welche als Stimmapparat dienen. Der Beweis, daß das Summen nicht von den Flügeln herstammt, ist leicht zu führen: die Thiere summen fort, auch wenn die Flügel abgeschnitten worden sind. —

Seltsamer Weise spielen einige Thiere gleichsam ein musikalisches Instrument, d. h. sie bringen Töne oder Geräusche an anderen Gegenständen hervor. Unter den Vögeln thut dies der „Specht", der keineswegs tonlos ist, wie die Sage des Volkes von ihm erzählt, sondern der bei Angst, Aerger und Aufregung jeder Art durch verschiedene Schreie seine Gemüthsstimmung ausdrückt; nur heitere Stimmung durch Gesang wiederzugeben ist ihm versagt, und so hilft er sich, indem er hoch oben auf der Eiche oder Buche einen abgestorbenen Zweig aufsucht, und diesen durch kräftige Schnabelstöße zum Vibriren bringt, so daß das schnurrende Geräusch weit durch den Wald tönt. (Man behauptet, daß dies geschehe, um Insekten unter der Rinde der Bäume hervorzutreiben, so daß sie ihm leichter zum Opfer verfallen; ich habe aber mehrere Male beobachtet, daß der Specht nach beendetem Konzert einen anderen Baum absucht als denjenigen, auf welchen er musizirt hatte.) Der „Klopfkäfer", welcher in alten Möbeln, alten Hausbalken und morschen Weidenstämmen seine zerstörenden Maulwurfsgänge gräbt, wird wegen des von ihm hervorgebrachten gleichmäßigen Klopfens auch „Todtenuhr" genannt; — er spielt sein Instrument ähnlich wie der Specht, indem er mit den Mittel- und Hinter-Beinen sich fest an einen hervorragenden Holzsplitter anklammert, und mit Kopf und Brust in regelmäßigen Zeiträumen dagegen klopft. Vermuthlich gibt es unter den „Spechten" und „Klopfkäfern" auch Virtuosen; wenigstens kann man einige Verschiedenheit im Bearbeiten dieses einfachsten aller Pianoforte wahrnehmen. —

In Wald und Feld, auf Berg und Wiese schwirren, — zirpen, — singen, — tönen, — schreien — lebenskräftige Thiere. Ihre Laute beleben jetzt für unser Ohr die Natur, welche doch in früheren Zeiträumen der Erdentwickelung viele Jahrtausende hindurch stumm und öde gewesen

sein muß, als es noch keine Luftthiere gab und nur das Wasser mit Thieren sich bevölkert hatte.

Die Pflege des Kehlkopfes bedarf zur Sicherung des Erfolges einer sorglichen Pflege des „Gesammtorganismus“. Wie die Sinnesorgane des Gehörs und des Sehens in den meisten Fällen durch den Grad ihrer Leistungsfähigkeit zum Ausdrucke werden für das Wohl und Wehe des ganzen Körpers, so spiegelt auch der Kehlkopf in Bezug auf die Stimmbildung den Gesundheitszustand des ganzen Körpers wieder. Er ist gleichsam eine Blüthe auf dem Stamme des Körpers, und entfaltet sich zu Wohlklang und Kraft auf dem gesunden Organismus; während Schmelz und Ausdauer fehlen bei dem kranken. — Dies gilt gleicher Weise für das „Sprechen“ wie für das „Singen“, und in höherem Grade, wo Sprache und Gesang zu öffentlicher Thätigkeit verwerthet werden. —

Zunächst kommt richtige Ernährung in Frage. Bei Bleichsüchtigen und Blutarmen ist immer die Stimme belegt, heiser, schnell ermüdet, weil die Stimmbänder ebenso ungenügend ernährt werden wie alle übrigen Organe des Körpers, und daher mit minderer Elasticität (also ungenügend) funktioniren, schwer ansprechen und nicht ununterbrochen während längerer Zeitdauer zu arbeiten vermögen. Das Gleiche beobachtet man nach Krankheiten bei Genesenden, welche vielmehr ganz wie beim ersten Anfange des Unterrichtes auf Uebungen von $1/2$ bis $1/4$ Stunde Dauer und auf 6 bis 8 Töne der Mittel-Lage sich beschränken müssen, — nach übermäßigen Anstrengungen irgend einer Art, — sowie bei denjenigen Personen, welche entweder einseitige Pflanzenkost genießen (Vegetarianer), oder welche zum Zwecke der Abmagerung die Pflanzenkost möglichst vermeiden (Banting-Kur). —

Zweitens ist von Einfluß das stetige und dringendste Bedürfniß des Körpers: gute Luft. Wer in Zimmern, welche schlecht gelüftet sind, seinen Tag verbringt, — wer namentlich in schlecht gelüfteten Zimmern oder gar in Alkoven schläft, — wird niemals eine klangvolle schöne Stimme besitzen oder doch sie nicht erhalten können! Es mag dies der Hauptgrund sein, weßhalb in Deutschland die Zahl der Sänger und Sängerinnen mit wirklich schönem Organ immer seltener wird; der öffentlichen Redner gar nicht zu gedenken, welche von Kanzeln und Kathedern herab mehr krächzen, als daß sie Wohllaut der Sprache hören ließen. Mit dem ungenügenden Leben in frischer Luft steht auch im Einklange, daß schöne Stimmen in den höheren Ständen außerordentlich selten sind, und vielmehr bei solchen Personen gefunden werden, welche ihre Jugend auf dem Lande oder in kleinen Städten verbracht haben, in welchen sie während ihres Wachsthums den größten Theil des Tages im Freien zubrachten. Nicht minder deutet darauf hin, daß die Söhne von berühmten Sängern oder Sängerinnen fast niemals das metallreiche Organ ihrer Eltern geerbt haben: weil sie, in günstigen äußeren Verhältnissen aufgewachsen, von Jugend auf überwiegend in geschlossenen Räumen sich befanden und nicht die einfache Lebensweise ihrer Eltern führten. Statt zahlreicher Beispiele, welche wir erwähnen könnten, sei nur der berühmte Tenorist Wachtel genannt, welcher den Kutscherbock mit der Bühne vertauschte und bis in sein hohes

Alter die Zuhörer durch den wunderbar schönen Klang seines kräftigen Organs entzückt, während sein Sohn ein dünnes, klangloses Tenorstimmchen besaß und früh starb. Hierzu kommt auch, daß die Kinder sangesgeübter Eltern meistens schon während der Entwicklungsjahre zu viel singen! Nichts ist für die Leistungen des Kehlkopfes so nachtheilig als Anstrengungen während der Jugendzeit; gewöhnlich wird dann das Organ kraftlos und belegt. Es läßt sich weder für anhaltendes Singen noch für anhaltendes Sprechen ein bestimmtes Altersjahr angeben, von welchem ab größere Leistungen vom Kehlkopfe ohne Nachtheil gefordert werden können; dies hängt vielmehr von dem Gesundheitszustande und dem Grade der körperlichen Entwickelung ab, und dürfte bei sehr kräftigen Personen schon im vierzehnten Jahre der Fall sein, bei minder kräftigen im 16. bis 18. Jahre oder noch später. Auch dann darf man nicht allzu hohe Anforderungen von Anfang an stellen, namentlich was den Umfang der Tonreihe betrifft! Es ist im Beginn des Studiums weder die Tiefe noch die Höhe der Stimme anhaltend zu üben, sondern nur die „Mittellage" in beschränkter Ausdehnung. Auch darf von Anfang an höchstens eine halbe Stunde lang gesungen oder laut gesprochen werden, worauf eine volle Stunde Ruhe dem Kehlkopfe zu gewähren ist. — Die Stimme wird daher verdorben durch das Schreien der Kinder beim Spielen im Freien, — das Singen in der Schule, wobei sich immer Einige durch möglichstes „Brüllen" auszeichen, — durch die Singübungen in Vereinen, welche oft zwei und mehr Stunden andauern und selbst Geübtere (denen sie ohne Nachtheil sind) sehr ermüden, — und endlich das Chorsingen junger Männer unter dem 25. Jahre in raucherfüllten Kneipen, wobei die schlechte Luft und der Genuß kalten Getränkes die erhitzten Stimmorgane noch anderweitig schädigt. Auch das Singen beim Gehen, auf Spaziergängen, sowie überhaupt anhaltendes Singen und lautes Sprechen im Freien ermüdet und schädigt das Organ. Selbst das Musiziren zur Sommerszeit bei offenen Fenstern ist von bleibendem Nachtheil. Abgesehen von der Belästigung der Nachbarn wird hierdurch das Stimmorgan deßhalb geschädigt, weil der Singende oder Sprechende die Stärke des Tones minder genau zu beurtheilen vermag und daher unnöthig laut und stark spricht oder singt. Musiziren bei offenem Fenster schadet selbst der Geige oder dem Flügel, auf welchem gespielt wird; um wieviel mehr dem Kehlkopfe.

Man muß sich in jedem Augenblick in die Erinnerung rufen, daß das Sprachorgan nur ein Theil des Körpers, kein für sich bestehendes Instrument ist, und daß es deßhalb nur dann gebraucht werden darf, wenn der ganze Körper in gehöriger Ruhe und Kraft ohne gleichzeitige andere Beschäftigung sich befindet. Anhaltendes Sprechen, z. B. Vorlesen, unmittelbar nach der Mahlzeit raubt immer dem Sprachorgan einen Theil seiner Frische des Klanges. Hierin dürfte einer der Hauptgründe liegen, weßhalb die meisten Lehrer an Heiserkeit leiden oder eine sogenannte „belegte" Stimme haben. Sie sind beim Nachmittagsunterrichte genöthigt, kurz nach der Mahlzeit anhaltend zu sprechen, sowie nachdem sie vielleicht unmittelbar vorher einen weiten Weg zurückgelegt haben. Jede Anstrengung bewirkt erhöhten Blutzufluß nach dem in Thätigkeit gewesenen oder noch befindlichen Organe, mithin sowol nach den Verdauungsorganen als nach

den Muskeln; es fehlt aber dann die nöthige Blutmenge dem Stimmorgan zur Ernährung und zum stetigen Ersatz der verdunstenden Feuchtigkeit. Hierin ist auch der Grund zu suchen, weßhalb in den meisten Konservatorien für Musik gerade bei den fleißigeren Schülern und Schülerinnen der Wohllaut der Stimme beeinträchtigt wird oder verloren geht; — die Schüler beginnen zu singen, sobald sie in die Stunde gekommen sind, — oder zu Hause zu üben, sobald sie von einem Spaziergange heimgekehrt sind; oder sie wechseln ohne Zeitverlust zwischen anhaltendem Klavierspiel und Singen ab. Selbst nach Uebungen auf einem musikalischen Instrumente muß eine Ruhepause von mindestens 15 bis 20 Minuten erfolgen (welche zur ausgiebigen Lüftung des Zimmers benutzt werden kann), bevor die Uebung im Gesange begonnen wird. Nicht minder ist aber auch dabei von Nachtheil, daß die Schüler nicht achtsam und aufmerksam genug üben und dann durch mehrstündige Uebung die mangelnde geistige Thätigkeit zu ersetzen bemüht sind. Der Erfolg ist, daß sie nur „Technik“ gewinnen, während ihr „Vortrag“ leer, ausdruckslos, ohne Gefühl, kurz — wie bei Spieldosen wird. Wer hätte nicht solche Klavierspieler und Coloratur-Sängerinnen gehört? —

Als Schädlichkeiten, welche die Verrichtungen des Kehlkopfes beeinträchtigen, sind zu nennen: das übermäßige Erwärmen des Halses durch Pelzwerk. Kein Redner, kein Sänger, darf Pelz unmittelbar am Halse tragen, noch durch dickes, warmes Halstuch den Kehlkopf erhitzen. Zwar soll man ihn gegen Zugluft und plötzliche Durchkältung beim Ausgehen schützen, aber nur durch ein leichtes, lose umgebundenes seidenes oder leinenes Tuch. Ferner ist den Sängern und Rednern das anhaltende Tanzen zu verbieten. Nicht, daß ihnen jeder, nur kurz andauernde Tanz im Familienkreise, oder einige Tänze auf öffentlichen Bällen, nachtheilig sein würden; — aber ein durchtanzter Ballabend im heißen und schlecht gelüfteten Saale hat ohne weitere Schädlichkeit schon oft genügt, das Stimmorgan für längere Zeit oder sogar für immer unbrauchbar zu machen. — Der größte Feind einer guten Stimme ist heißes Getränk (heißer Kaffee, heiße Suppe, heißer Punsch u. s. w.). Weder bei völliger Gesundheit, noch besonders bei irgend welchem Krankheitszustande dürfen öffentliche Sänger und Redner heiße Speisen genießen, sondern nur solche, die auf etwa + 40 ° R. abgekühlt sind. Selbst Waschen des Halses mit warmem Wasser bleibt nicht ohne Nachtheil, während kaltes Waschen, kaltes Baden und kaltes Getränk, selbst Genuß von Gefrorenem, für den Kehlkopf ohne Nachtheil bleiben, wenn nur keine Erhitzung des Kopfes oder des Stimmorganes durch anhaltende Körperbewegung, Tanzen, Sprechen, Singen, Lachen u. s. w. vorausgegangen ist. Heißes Getränk ist immer und unter allen Umständen schädlich, — kaltes nur bei erhitztem Körper, während es sonst durch Abhärtung nützt. — Von festen Speisen beeinträchtigen die Verrichtungen des Kehlkopfes Nüsse, und irgend welche trockene gepulverte Gewürze, — unter den letzteren besonders Zimmt; ein mit Zimmt bestreuter süßer Brei oder Kuchen, überzuckerte Zimmtmandeln u. s. w. machen in der Regel für einen halben bis ganzen Tag die Stimme schwer ansprechend, reizen zum Husten. Dabei soll jedoch keineswegs der Genuß von Gewürzen (aller Art), selbst des Pfeffers, aus-

geschlossen sein; nur muß der gepulverte Pfeffer befeuchtet werden (z. B. durch Einrühren in Bratenbrühe oder eine andere Sauce). Es ist weniger das „Gewürz“ an sich, welches schadet, als die feine Zertheilung in Pulverform, welche es bewirkt: daß beim Essen unwillkürlich einige Stäubchen des Gewürzes eingeathmet werden, die dann die Schleimhaut der Stimmbänder in einen krankhaften Reiz-Zustand versetzen. Ueberhaupt schadet jeder Staub der Stimme, — sei es der Staub vom Kehren der Stuben und Treppen, — sei es der Straßenstaub beim Gehen oder Fahren, — sei es der Staub beim Sticken mit Wolle. Vor Weihnacht sind die meisten Sängerinnen heißer: weil sie Tapisserie-Arbeiten für Festgaben fertigen. —

Wie das Singen unmittelbar nach der Mahlzeit schädlich ist (und doch werden Sänger und Sängerinnen gewöhnlich von Verwandten und Freunden nach dem Essen zu Vorträgen aufgefordert!), so ist es auch früh nüchtern für den Kehlkopf schädlich. Jede Anstrengung am frühen Morgen pflegt in höherem Grade anzugreifen als die gleiche Kraftleistung im Verlaufe des Tages. Sind doch auch Spaziergänge am frühen Morgen eher schädlich als heilsam, — außer etwa für diejenigen Personen, welche während der Tageszeit nicht arbeiten, namentlich ihre Stimmorgane keiner Anstrengung aussetzen. Nur bei Vollkraft des ganzen Körpers ist auch der Kehlkopf kräftig und leistungsfähig. Deßhalb schadet, abgesehen von den örtlichen Nachtheilen, das Singen und Sprechen auch bei einem leichten Katarrh, wozu Mitglieder des Theaters oder Lehrer leider vielfach gezwungen sind. — Frauen und Mädchen sind besonders zu warnen, ihren Kehlkopf nicht durch lautes und anhaltendes Singen anzustrengen, wenn sie sich nicht bei völligem Wohlsein befinden. — Endlich ist für die Redner und Sänger als nachtheilig zu bezeichnen: das Schlafen in heißen Federbetten und in der Rückenlage; — letzteres wirkt dadurch schädlich, daß beim Liegen auf dem Rücken die Kinnlade herabsinkt, der Mund sich öffnet und daher durch Schnarchen der weiche Gaumen in einen der Entzündung nahen Zustand versetzt wird. — Daß Tenoristen nicht rauchen dürfen, — wenigstens nicht im Freien, wo abwechselnd das Einathmen der kalten Luft und der erhitzenden Dämpfe der Cigarre einwirkt, — versteht sich für jeden Denkenden von selbst. Gebrauch des Schnupftabak ist nicht nachtheilig.

Damit der Kehlkopf kräftig seinen Verrichtungen vorstehen könne, — damit die Stimmbänder elastisch bleiben und leicht ansprechen, — damit die Schleimhaut der Stimmbänder nicht sich verdicke, daher die Stimme metallischen, sonoren Klang behält, — ist richtige Pflege des ganzen Körpers nöthig, mithin außer der richtigen Ernährung und der guten Luft besonders sorgliche Hautpflege durch kalte Bäder und kalte Waschungen, Sorge für trockene, warme Füße (also Tragen doppelsohliger Stiefeln für Männer und der Lederstiefelchen für Mädchen oder Frauen, nebst Ueberschuhen bei feuchtem Wetter). Abhärtung des Körpers ohne all zu große Hartnäckigkeit und Trotz, aber doch in stetiger Regelmäßigkeit, übt den günstigsten Einfluß und beugt Erkrankungen vor.

Ein gewisser Vortheil für die Leistungsfähigkeit des Stimmapparates scheint von den meisten öffentlichen Rednern und Sängern nicht gekannt oder nicht ge-

nügend gewürdigt zu sein: Er besteht in Turnübungen der Lunge (welche wir beim Athemorgane besprechen) und in dem Umstande, daß man sich gerade in der Tageszeit vorzugsweise üben soll, in welcher die gewerbsmäßigen Leistungen des Organes vorzugsweise verlangt werden. Sänger und Schauspieler haben daher in den Abendstunden Skalen und Solfeggien zu singen; öffentliche Redner haben sich während der Tageszeit im lauten, deutlichen, wohlklingenden und anhaltenden Sprechen, sowie im Skalen-Sprechen zu üben. Die einzelnen Organe unseres Körpers gewöhnen sich leicht an bestimmte Tageseintheilung und sind dann zur bestimmten Stunde um so leistungsfähiger. Wer regelmäßig zur bestimmten Zeit die Mittags- und Abend-Mahlzeit zu sich nimmt, der wird bald wahrnehmen, daß mit dem Glockenschlage sein Magen sich zusammenzieht, d. h. das Gefühl des Hungers sich meldet. Wer zur bestimmten Stunde täglich arbeitet oder Fechtübungen anstellt, der wird zu dieser Stunde auch die meiste Kraft und Behendigkeit besitzen. Genau so verhält sich auch der Kehlkopf, und deßhalb ist es nützlich, das Organ in seiner Gewöhnung an eine bestimmte Zeit zu erhalten. Oeffentliche Redner üben dasselbe in Deutschland meist viel zu wenig. Jeder Prediger, jeder Vortragende, der es ernst mit seinem Amte nimmt, sollte durch oft wiederholte Uebung die Fähigkeit zu gewinnen trachten, beim lauten Sprechen nicht nur jedem Vokale, sondern auch jedem Konsonanten sein volles Recht auf deutliche, gute Aussprache zu gewähren. Wenn die berühmte französische Schauspielerin Rachel trotz einer kleinen und scheinbar wenig weittragenden Stimme im großen théatre français bis in den letzten Winkel deutlich vernommen wurde, so lag dies an der Bestimmtheit, mit der sie die „Vokale" in ihrem Klange von einander schied und in der vorzüglich deutlichen Aussprache jedes einzelnen „Konsonanten". Oeffentliche Redner müßten dies beachten und außerdem der Eintönigkeit ihres Vortrages dadurch vorbeugen, daß sie unter Anleitung eines Sprachmeisters Skalen sprechen lernen. —

Die ganze Kunst des Redner's und Sänger's besteht darin: daß er Herr über seinen Muskel-Apparat ist und daher jede unnöthige Muskelbewegung vermeidet: sowol beim Athmen (worauf wir später beim „Athemorgan" zurückkommen und dann auch die Vorbeugung vor Erkältungen und anderen Erkrankungen darlegen), — als beim Tonbilden im Kehlkopfe und beim Bilden der Konsonanten durch Lippe, Zunge und Gaumen. Dann wird letzterer immer möglichst weit geöffnet sein, die Zunge sich nach geschehener Dienstleistung sofort flach auf den Boden der Mundhöhle lagern, die Lippe in natürlicher Haltung verbleiben, — dann wird man ungekünstelt und naturgemäß die Vokale und Konsonanten klar und deutlich hervorbringen.

Neben der Sprache mit Worten, durch welche wir „Vorstellungen" und „Gedanken" mittheilen, — besitzen wir noch einen Ausdruck für „Gefühle" durch Töne und Zeichen.

Die Musik ist die Kunst der geordneten Tonsprache. Deßhalb vermag sie nur Gefühle auszudrücken und zu schildern, niemals Vorstellungen und Gedanken. Sie bezeichnet aber nicht immer mit derselben

Melodie auch denselben Gefühlszustand. Bei untergelegten Worten kann die nämliche Melodie den entgegengesetzten Empfindungen dienen. Weniger ist dies bei der reinen Musik ohne Worte der Fall; doch ist auch hier das Herkömmliche von größtem Einflusse. Das Gleiche gilt von der Mimik, welche in der höhern Tanzkunst durch geordnete Körperbewegungen Gefühle und Stimmungen sprachlich mittheilen will, während wir für gewöhnlich diese Mittheilungen nur mit Hülfe unserer Gesichtszüge ausführen.

Die Muskeln unseres Gesichtes bewirken durch ihre Zusammenziehung den mimischen Ausdruck desselben; in den meisten Fällen geschieht dies unbewußt und willenlos. Wir können aber auch mit Bewußtsein und Absicht gerade diejenigen Muskeln in Bewegung setzen, durch welche ein bestimmter Ausdruck dem Antlitze aufgeprägt wird. Die Gesichtsmuskeln können also, wie die Athmungsmuskeln (zu denen die des Mundes und der Wangen auch gehören), bald mit, bald ohne unsern Willen in Thätigkeit treten. Das Letztere geschieht, indem die Erregung der Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven übertragen wird. (S. 131.)

In ähnlicher Weise sind ja auch die Bewegungen unseres Herzens den Stimmungen unterthan, in welchen wir uns befinden: „Freude" macht das Herz stärker und schneller schlagen, — „Schreck" unterbricht vorübergehend den Herzpuls, — „Kummer," „Sehnsucht," „Angst" verlangsamen ihn. — Das Gefühl der „Scham" macht die feinen Blutgefäße unserer Wangen erschlaffen, so daß die Blutflüssigkeit in größerer Menge sich daselbst anhäuft und mit seiner rothen Farbe durch die äußere Haut hindurchschimmert, mit seiner Wärme den Tastnerven sich bemerklich macht. — Geistiger wie körperlicher „Schmerz" regt die Absonderung der Thränendrüse an, und je größer die Empfindlichkeit für den Schmerz ist, um so leichter und um so häufiger fließen die Thränen.

Alle diese Bewegungen und Thätigkeiten, durch welche geistige Stimmungen ihren körperlichen Ausdruck erhalten, werden durch Nerveneinfluß vermittelt und können daher auch durch lebhafte Vorstellungen hervorgerufen werden. Es ist dies ebenso ein Zeichen für die Herrschaft des Hirns über das Rückenmark, als die entgegengesetzte Thätigkeit: das Unterdrücken der unwillkürlichen Stimmungsäußerung (S. 129 u. f.).

Diese Hemmnisse des unwillkürlichen Ausdruckes innerer Gemüthsbewegungen machen sich in der Gegenwart, wie früher erwähnt, am meisten geltend in Bezug auf die Bewegungen des ganzen Körpers. Nur wenige Zustände unseres Innern gelangen durch diesen noch zum

Ausdruck: das erhöhte Selbstgefühl bei Wuth, Muth, Stolz, Eitelkeit durch gestreckte, erhobene, soldatisch straffe Körperhaltung, — das geminderte Selbstgefühl bei Angst, Feigheit, Beschämung, Bescheidenheit durch die entgegengesetzte Haltung, — innige Freundschaft und hingebende Liebe durch Annäherung und Anschmiegen an die Gegenstände der Zuneigung. Dem entsprechend sehen wir Hunde, Pferde, Katzen bei Steigerung des Selbstgefühles mit gestreckten Beinen und erhobenem Schweife, bei entgegengesetztem geistigen Zustande mit gesenktem Kopfe, geknickten Beinen und glatt herabhängendem oder eingezogenem Schweife, beim Ausdrucke der Zuneigung mit angelegtem Kopf und angeschmiegtem Körper. Dagegen haben Thiere viel weniger Mittel des Gesichtsausdruckes, als wir.

Das Auge wird weit geöffnet bei Aufregung (Freude, Staunen, Entsetzen, Zorn) durch Zusammenziehung des Muskels am oberen Augenlide, — niedergeschlagen durch Nachlassen eben dieses Muskels bei entgegengesetzten Zuständen (Scham, Bescheidenheit, Feigheit, aber auch bei stiller innerlicher Freude und bei Behagen), also bei Stimmungen, welche nicht dazu anregen, die außer uns befindliche Ursache dieser Stimmung anzuschauen, sondern welche im Gegentheile es wünschenswerth erscheinen lassen, eine Schranke zwischen sich und der Außenwelt zu ziehen. Der runde Schließmuskel des Auges verlängert die Augenlidspalte beim Blinzeln zum Ausdruck der Schlauheit und des Spottes. Die Bewegungen der Augenmuskeln vermitteln durch Richtung des Augapfels ebenfalls gewisse Ausdrücke; unverändert in seiner Lage, also ohne Bewegung dieser Muskeln, verbleibt das Auge bei Offenheit, Biederkeit des Charakters; — Verlegenheit, verstecktes Belauern lassen die Augäpfel hin und her bewegen, zur Schau getragene Frömmigkeit richtet sie nach oben, und der Hochmüthige blickt von oben herab.

Das Runzeln der Stirne durch die Muskeln, welche die Augenbrauen einander nähern und zugleich senken, drückt Zorn aus, und dieser Ausdruck wird noch gesteigert durch Heben der Nasenflügel. Erhobene Augenbrauen, wobei die Stirne Querrunzeln erhält, finden sich ebenso bei Sorge, als bei Erstaunen und Uebermüdung.

Der Mund verlängert sich, indem seine Winkel den Ohren sich nähern, beim harmlosen Lachen; — die Mundwinkel gehen nach oben mit Hülfe des betreffenden Muskels beim Lächeln, welchem das Verhalten der Augen den wohlwollenden und spöttischen Ausdruck gibt. Die Mund-

winkel ziehen sich herab zum Ausdrucke des Stolzes und der Verachtung, während die durch den kreisförmigen Muskel fest geschlossene Mundspalte sowol Aerger als Entschlossenheit kundgibt. Bei letzterer aber erhebt und rundet sich auch das Kinn, derjenige Theil des Gesichtes, welcher dem Menschen allein eigenthümlich ist, welchen kein Thier mit ihm theilt.

Sämmtliche mimische Bewegungen der Gesichtsmuskeln scheinen uns unbewußt durch Fasern des „Sympathicus-Nerven" hervorgerufen zu werden, welche mit den Bewegungsnerven der Antlitzmuskeln vielfach verflochten sind. Daß aber auch bei diesen von uns unbewußt ausgeführten Bewegungen Erinnerung und Bewußtsein mitwirken, das ergibt sich aus dem Verhalten der Blinden, welche eine andere Mimik haben, als Sehende. Blindgeborne bewahren sich entweder ein glattes, nur wenig die inneren Gefühle widerspiegelndes Gesicht, oder sie äußern ihre Gemüthsstimmungen durch uns wunderliche Verzerrungen des Antlitzes. Hieraus geht hervor, daß auch bei der Mimik viel Nachgeahmtes (Traditionelles) mit unterläuft. Der mimische Ausdruck beruht ebensosehr auf geistiger Gewöhnung, als auf unmittelbarem Nerven-Mechanismus.

Es verhält sich mit dem mimisch schönen Gesichtsausdrucke ähnlich, wie mit der Grazie der Körperbewegungen, mit dem Wohllaute der Stimme und der richtigen Buchstabensprache, mit der Auffassung der gesehenen Formen und Farben: die Hülfsmittel sind angeboren, aber ihre richtige Anwendung muß erlernt werden, — erlernt durch mühsame Arbeit, erlernt durch Nachahmung und durch Selbsterziehung. — Die gleiche Wahrnehmung machen wir auch in Bezug auf Beurtheilung dessen, was wir mittelst des Geruches und des Geschmackes empfinden. — —

---

a. Helmholtz, »Lehre von den Tonempfindungen«, 2. Ausg. Braunschweig 1865. — In diesem bahnbrechenden Werke sind auch die Angaben über die Obertöne bei Vokalen enthalten. – b. Den Gebrauch des Kehlkopfspiegels führten 1840 Liston und 1855 Garcia in England zu Zwecken der Gesangestechnik ein; Professor Czermak (damals in Pesth, später in Jena, zuletzt in Leipzig) wendete ihn 1858 mit glänzendem Erfolg zu physiologischen und medicinischen Beobachtungen an. — c. Prof. Gerhardt; »Wiener med. Presse« 1868, Nr. 18. — d. Bennati; »Acad. des Sciences«, 1830. — e. Beobachtungen des Dr. Granville, vieljährigen Arztes der Oper; mitgetheilt in der »Westminster Medic. Soc.« 1830. – f. Die Sylvische Grube trägt ihren Namen zu Ehren des berühmten holländischen Forschers

und Arztes Franz Deleboe Sylvius, geb. 1614 und gest. 1672, des Stifters der iatrochemischen Schule; er glaubte, dass in jener Furche des Hirnes aus dem Blute »die Lebensgeister« bereitet würden. (De spirituum animalium in cerebro cerebelloque confectione. LB., 1660.) Die Bedeutung dieser Stelle des Gehirnes als »Klangfeld« wurde von Dr. Th. Meynert in Wien in »Leidesdorf und Meinert, Vierteljahrschrift f. Psychiatrie« 1868 glaubwürdig nachgewiesen. Nach ihm besteht die graue Substanz des Gehirnes an den meisten Stellen aus 5 Schichten: 1. die äusserste Schicht aus zerstreuten kleinen Rindenkörpern; 2. kleine gedrängte pyramidale Nervenkörper; 3. grosse pyramidale Nervenkörper; 4. körnerartige kleine unregelmässige Nervenkörper; 5. spindelförmige Nervenkörper, welche die »Vormauerformation«, den Uebergang zur weissen Nervensubstanz des Hirnes bilden. Aus den verschiedenen Formen schliesst er auf verschiedene Leistungen der Körper. — Formen der Pyramidenkörper findet man an Hirnstellen, welche unzweifelhaft zu Verrichtungen der Bewegungen in enger Beziehung stehen: in den aus Bewegungsnerven gebildeten Vorderhörnern des Rückenmarks, in den Ursprüngen der Bewegungsnerven — Nervus hypoglossus facialis, der kleinen Quintuswurzel, des Oculomotarius und im »Ammonshorn«, in welchem dagegen die anderen Schichten fehlen; da nun immer nach längerem Bestehen einer schweren Erkrankung mit Bewegungsstörungen, der Epilepsie, im Ammonshorn Atrophie und Sclerose (Schwund und Verhärtung) getroffen werden, so erscheint der Schluss gerechtfertigt, dass diese Stelle des Hirnes mit Bewegungsvorgängen in Wechselwirkung stehe und dass dem »pyramidalen Nervenkörper eine motorische Bedeutung« zugesprochen werden müsse. — Ferner werden körnerartige Formen, wie in der 4. Schicht, gefunden: in der Sehnervenhaut, dem Riechlappen, den empfindenden Hinterhörnern des Rückenmarkes, dem Ursprungsgebiet der empfindenden grossen Quintuswurzel. Der nur der Empfindung dienende Riechlappen besteht auch nur aus Körnergebilden; er ist aber bei Menschen verhältnissmässig klein, während er viel grösser bei Hunden, Füchsen und anderen Thieren ist, welche nachweisbar eine viel grössere Zahl fein abgestufter Geruchsempfindungen wahrnehmen, als der Mensch, folglich auch (da jede Empfindung mit einer Vorstellung begleitet sein muss, wenn sie zur Wahrnehmung kommen soll) eine grössere Zahl Geruchsvorstellungen sich bilden. Die körnerartigen Formen muss man daher als Träger der sensorischen Leistungen ansehen. Da aber ferner Hunde und Füchse aus der grössern Zahl ihrer Geruchs-Vorstellungen auch andere und zahlreichere Schlüsse, d. h. Erkennungszeichen und Orientirungen, gewinnen, als der Mensch, — da dieser geistige Mehrbesitz eben aus der grösseren und reicheren Entwickelung der betreffenden Nerven und des betreffenden Hirntheiles entspringt, — so ergibt sich: dass Thiere, welche auf einem Gebiete sinnlicher Kennzeichen einen reicheren Besitz von Vorstellungen und ausgebildetere psychische Verarbeitung besitzen als der Mensch, auch den Menschen durch grössere Entwickelung des entsprechenden Rindentheiles des grossen Gehirnes übertreffen. Umgekehrt würde demnach derjenige Theil der Hirnrinde beim Menschen mehr und beim

Thiere weniger entwickelt sein müssen, welcher beim Menschen höheren Leistungen vorsteht, als beim Thiere. Dies zeigen bekanntlich fast alle Theile der Hirnrinde, am meisten aber die Sylvische Spalte. Diese hat bei dem mit der höchsten Sprachfähigkeit begabten Menschen die höchst entwickelte »Insel« als innere Wand, welche durch den entwickeltsten »Klappdeckel« (1. Stirnwindungszug) als äussere Wand vollständig bedeckt wird. Die meisten Thiere haben eine insellose, lineare Sylvische Spalte; Hunde und Pferde besitzen eine Insel. Die Rinde der Sylvischen Grube besteht überwiegend aus spindelförmigen Gebilden, wie die 5. Rindenschicht; »die Befähigung zur Sprache setzt die reichste Association des ihr dienenden Bezirkes mit allen Sinnesgebieten voraus, um die gesammten Sinneseindrücke durch Klangbilder zu substituiren.« Aus diesen und anderen anatomischen Erwägungen hält es Meynert für wahrscheinlich, dass die spindelförmigen Elemente ein Associations-System darstellen, um die Erregungszustände der Nervenkörper mit einander zu verknüpfen. (Wiener »Medicinische Jahrbücher« der Gesellschaft der Aerzte Band XVII, Heft 1. 1869.) Wir haben diese neueste anatomische Auffassung der psychischen Verrichtungen mittheilen zu müssen geglaubt. Erwiesen und gesichert erscheint die »lokalisirte Leistung innerhalb der Grosshirnrinde«, d. h. die Abhängigkeit bestimmter geistiger Verrichtungen von bestimmten Stellen und bestimmten Gebilden der grauen Substanz des Gehirnes. — g. »Ein Fall von Sprachstörung«, anatomisch begründet von Th. Meynert. (Med. Jahrb. Wien 1866, Heft 6.) Die erste sichere Beobachtung. Bis zu Beginn des Jahres 1869 waren bereits 19 Fälle dieser Art zur Beobachtung gekommen. — h. Dieser Vorgang wurde vom Verfasser an einem kräftigen Manne von 40 Jahren beobachtet, welcher eine sogenannte »Rheumatische Hirnaffektion« erlitten hatte. Er war gewohnt, einen warmen starken Filzhut zu tragen, hatte aber am Neujahrstage einen dünnen Klapphut (aus eisernem Gestell mit Merino-Ueberzug bestehend) getragen, dessen Metallreif gerade in der Gegend der vorderen Hirnwindungen dem Haupte fest auflag. Mit diesem Hute setzte er sich im Freien eine halbe Stunde lang dem Nord-Ost-Winde bei — 20° R. aus. Er gab an, heftigen Kopfschmerz an jener Stelle durch die Kälte des Reifens gefühlt zu haben. In der Nacht erwachte er mit stechendem Kopfweh, — konnte klar denken, — vermochte aber nur einige Worte richtig, die meisten irrig, zu sprechen. — Nach 24 Stunden war durch Ruhe, Wärme und Schlaf das Uebel beseitigt.

Geruch und Geschmack.

[Vernachläßigung des Geruch- und Geschmack-Sinnes. — Anatomie der Nase: Aeußeres Gerüst, — Inneres Gerüst, — Haupt- und Neben-Höhlen, — Riechmuscheln. — Unwillkommene Gäste. — Riechgegend, — Riechzellen. — Die Nerven der Nase. — Riechen und Schmecken werden verwechselt. — Schmeckbare Stoffe. — Anatomie der Zunge: Schleimhaut und Muskeln, — Nerven der Zunge, — Tast- und Geschmacks-Wärzchen. — Uebereinstimmungen zwischen Geruch und Geschmack. — Gibt es noch andere Sinne? — Der Zeit-Sinn.]

„Eine gute Nase ist ein gesuchter Artikel, um Arbeit für die übrigen Sinne auszuwittern."
(Antolycus, in Shakespeare's Wintermärchen.)

„Geruch" und „Geschmack" werden gewöhnlich stiefmütterlich behandelt, so hohen Werth man ihnen auch in mancher Beziehung beilegt. Im täglichen Leben hat es lange Zeit für plump oder doch mindestens für nicht wohlerzogen gegolten, über Wohlgeschmack oder Ungeschmack einer Speise sich zu unterhalten; vom Wohlgeruche einer Blume spricht man fast nur zufälliger Weise, während Alles, was übel riecht, vom Gespräche in den auf Bildung Anspruch machenden Kreisen gewöhnlich ausgeschlossen bleibt. Und doch sind Geruch und Geschmack „Sinnesempfindungen", wie Gehör, Gesicht und Gefühl.

Die nämliche Mißachtung gegen die Sinne des Riechens und Schmeckens zeigt sich in vielen Gesetzgebungen, welche allen anderen Sinnen einen größern Schutz angedeihen lassen und Verletzungen derselben härter strafen, als solche dieser beiden.

Endlich in der Erziehung. Wer denkt daran, die Kinder zur richtigen Auffassung der verschiedenen Gerüche und Geschmäcke anzuleiten? — Die Erziehung der Sinnesfähigkeiten pflegt im Allgemeinen sehr vernachlässigt

zu werden. Kaum daß man die Kinder durch richtige Haltung des Körpers beim Schreiben und Lesen davon abhält, übertriebene „Kurzsichtigkeit" zu erwerben, oder ihnen im Spiel die „Formen" der Gegenstände schnell zu unterscheiden lehrt; — schon an eine Unterweisung im sorfältigen Auffassen der „Farbenabstufungen" denkt Niemand mehr. Für das Gehör zwingt die Sorge für Aufmerksamkeit zu einiger Schärfung, und die jetzt mehr und mehr verbreitete Pflege der Musik gibt dem Kinde vielfache Gelegenheit, sich im Hören und Auffassen der Töne unwillkürlich zu üben. Aber Niemand denkt daran, die Empfindungen des Geruchs und Geschmacks frühzeitig dem Bewußtsein zuzuführen, noch das Urtheil über dieselben zu schärfen. Dies ist Grund, daß auch bei der Mehrzahl der Erwachsenen die Fähigkeit außerordentlich gering ist, mit Nase und Zunge feinere Unterschiede zu prüfen und zu erkennen. Zwar hat für die meisten Personen dies keinen unmittelbaren Nachtheil; allein es ist eine Schande für jeden Menschen, seine Fähigkeiten nicht so weit auszubilden, als er es vermag. Wie selten die genügende Ausbildung für diese beiden Sinne ist, geht daraus hervor, daß in großen Parfümeriefabriken einzelne Personen, deren Riechfähigkeit zufällig gut ausgebildet worden ist, zur Prüfung der Fabrikate lohnende Anstellung finden, und daß in jeder größern Weinhandlung Einer mit besonders „feiner Zunge" als Vorkoster das Urtheil der Uebrigen regelt.

Die nämliche ungenügende Beachtung fanden beide Sinne auch lange Zeit in der Wissenschaft, und erst in den letzten Jahren ist es fleißigen mikroskopischen Forschern gelungen, Bahn zu brechen, so daß man die eigenthümlichen Vorgänge beim Riechen und Schmecken in ähnlicher Weise im Einzelnen zu verfolgen beginnt, wie bei den übrigen Sinnen. — —

Die „Nase" dient dem „Geruchsorgan" als Grundlage. Wir vermögen nur diejenigen Stoffe zu riechen, welche sich der Luft mittheilen. Es sind dies entweder reine „duftende" Stoffe, welche durch Verdunstung der Luft sich beimischend in unserm Riechorgane eigenthümliche Empfindungen erregen, wie die ätherischen Oele, die Harze, der Balsam, der Moschus, — oder es sind „scharfe" Stoffe, welche uns reizen und durch ihre plötzliche Erregung der Empfindungsnerven Reflexe in den Bewegungsnerven (Niesen) veranlassen, wie Chlor, Brom, Jod, Senföl, Meerrettig, Ammoniak (der auch in vielen Sorten Schnupftabak sich findet) u. s. w., — oder wir erhalten durch in der Luft enthaltene Beimengungen in der Nase nur „Gefühlsempfindungen", ohne daß sich eine wahr-

nehmbare Geruchsempfindung beimengt, wie z. B. von feuchter Kohlensäure und von Ozon.

Die Empfindungen des Geruchs sind aber ganz oder theilweise unterdrückt: entweder wenn die Nasenmuschelschleimhaut sehr trocken ist, wie im Freien in der Sonnenhitze, auf staubigem Wege, in Krankheiten, — oder wenn eine feuchte Schicht die Einwirkung der Luft auf die Enden des Geruchsnerven hindert, wie z. B. die angeschwollenen Zellen der Schleimhaut und der abgesonderte Schleim beim Schnupfen (d. h. Katarrh der Nasenschleimhaut), — oder es kann auch eine Wasserschicht die Geruchsempfindung für 1 bis 2 Minuten hindern, wenn man vorher Wasser in die Nase eingezogen oder eingespritzt hatte. Auch manche giftige Stoffe setzen die Empfindlichkeit der Nasenschleimhaut und des Geruchorgans für längere Zeit herab, wenn man sie eingeschnupft hat; andere auf gleiche Weise in die Nase gebrachte Stoffe erhöhen umgekehrt die Empfindlichkeit. In Wasser gelöste Riechstoffe riecht man nicht, so lange die Flüssigkeit die Nasenhöhle ausfüllt; erst wenn sie abgelaufen ist und Luft einströmt, erhalten wir eine Geruchs-Wahrnehmung. Es ist also zum Riechen Luft nothwendig.

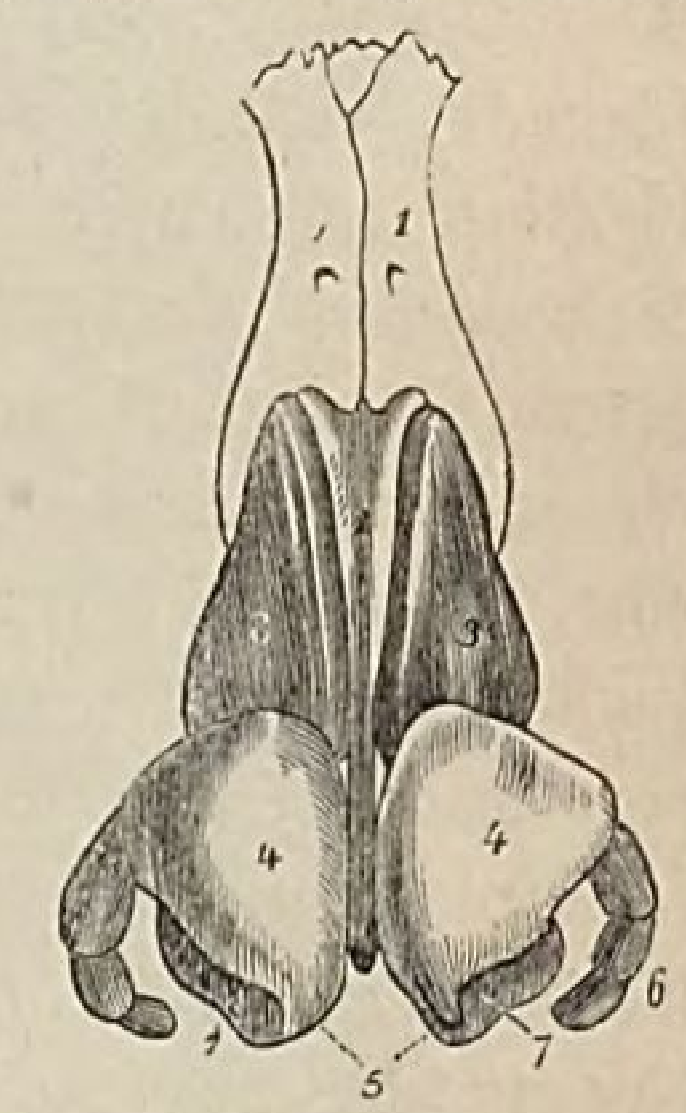


Fig. 140. Gerüst der äußern Nase, von vorn.

1. Die beiden Nasenbeine. — 2. Vorderer Rand des Scheidewandknorpels. — 3. Die beiden Seitenwandknorpel. — 4. Die äußern Schenkel der Nasenflügelknorpel. — 5. Die innern Schenkel derselben. — 6. Die an 4 sich anschließenden Sesamknorpel. — 7. Die Nasenlöcher.

Die Geruchsempfindung ist bei den Menschen nur auf einer bestimmten Stelle der innern Nasenhöhle vorhanden. — Die äußere Nase besteht aus fünf Knorpeln. Die beiden oberen Knorpel sind flache dreiseitige Platten und verbinden sich durch ihren vordern Rand mit dem Knorpel, welcher die Nasenscheidewand bildet und sich weiter nach hinten in eine knöcherne Nasenscheidewand fortsetzt. Die unteren Knorpel bilden die Nasenflügel; sie sind beinahe halbringförmig, vorn breit, hinten spitzig, hängen gleichsam an den anderen Knorpeln und vereinigen sich vorn mit einander zur sogenannten Nasenspitze.

Das Gerüst der innern Nase besteht nicht aus Knorpel, sondern, wie die übrigen Theile des Kopfskeletts, aus Knochen und bildet Haupthöhlen und Nebenhöhlen. Die Haupthöhle ist der Raum, durch welchen die Luft aus den beiden Nasenhöhlen hintergeführt wird nach Gaumen

und Kehlkopf; die Nebenhöhlen sind Hohlräume in benachbarten Knochen, welche mit der Haupthöhle durch Eingänge in Verbindung stehen. Wir werden diese Verhältnisse später durch Abbildungen kennen lernen.

Die Haupthöhle ist durch eine senkrecht von oben nach unten gehende knöcherne Scheidewand in zwei Abtheilungen getrennt, ähnlich wie die vordere knorpelartige Nase durch eine Knorpelwand in zwei Theile getrennt

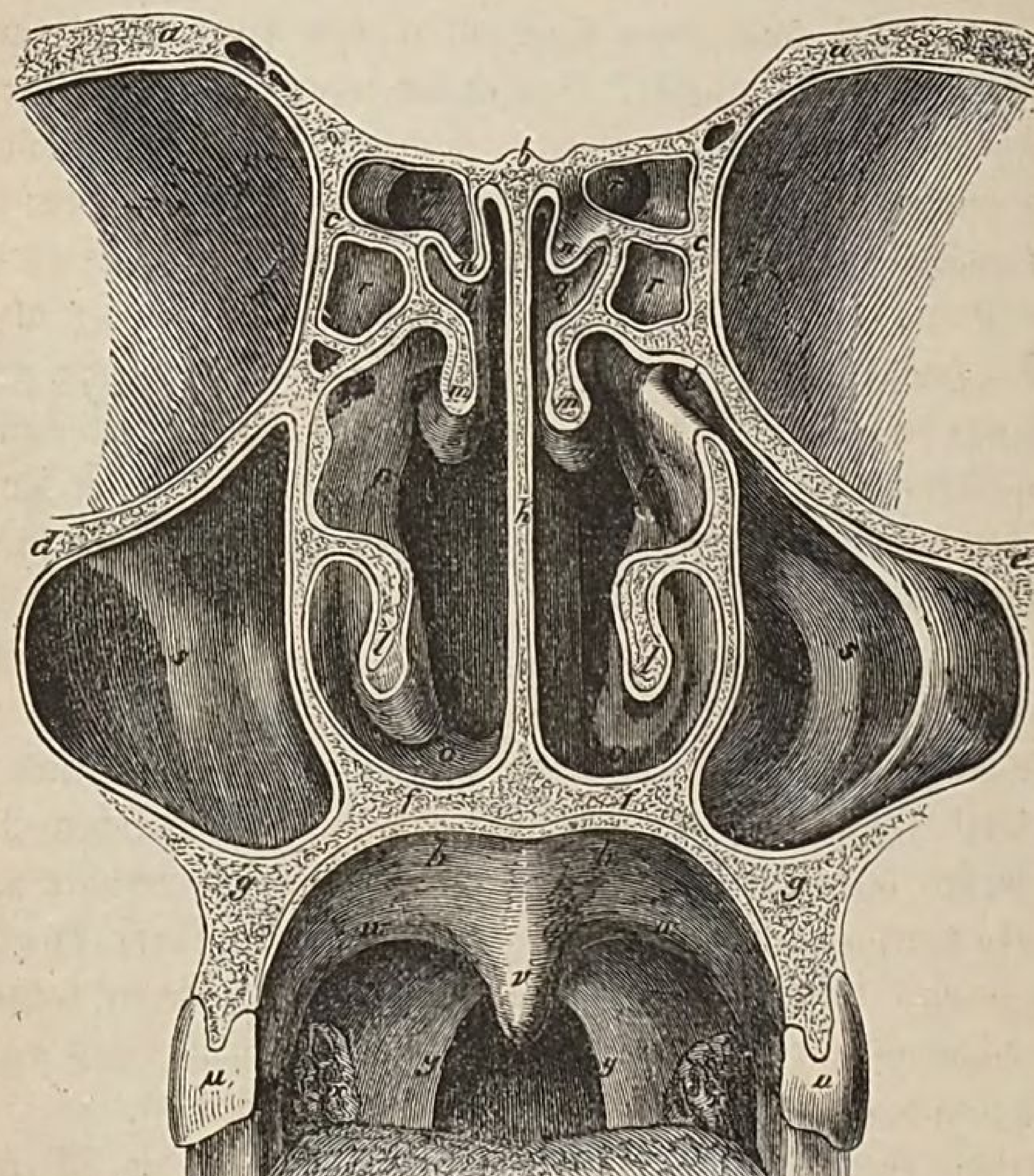


Fig. 141. Querschnitt durch Augenhöhlen, Nasenhöhle und Mund.

ist; diese Knorpelwand der äußern Nase setzt sich in die knöcherne Scheidewand der innern Nase unmittelbar fort.

Wenn man die Spitze seiner Nase zwischen Daumen und Zeigefinger hat, und nun die Finger mit wechselseitigem leisen Drucke aufwärts bewegt, so fühlt man deutlich, wie etwa in der Mitte der Nase der Knorpel der äußern Nase an den Knochen der innern Nase angefügt ist. Dieser Knochen bildet unterhalb des innern Augenwinkels auf beiden Seiten der

Nase die äußere Wand der Haupthöhle und trägt in seiner Fortsetzung nach hinten auf jeder Seite drei Knochengebilde, welche nach innen in die Haupthöhle hereinragen, und welche man die Nasenmuscheln nennt. Sie tragen diesen Namen wegen der Aehnlichkeit ihrer Form mit den in unsern Flüssen vorkommenden kleinen Muscheln (wie sie in den Malkästen für Kinder zur Aufnahme der Farbe dienen). Man wird das Verhältniß dieser Theile am schnellsten durch eine Abbildung kennen lernen.

Fig. 141 zeigt uns einen Querschnitt von einer Seite zur andern durch Augenhöhlen, Nasenhöhle, Backenknochen und Mund. Die vordere Seite des Querschnittes ist entfernt, so daß wir in der Richtung von vorn nach hinten in die Höhle hineinblicken. Wir sehen zunächst die dem Stirnbein angehörende Decke der Augenhöhlen a a und zwischen beiden b eine kleine Erhöhung, welche die phantastische Auffassung der alten Anatomen den „Hahnenkamm" genannt hat; diese kleine Erhöhung gehört der Knochenplatte des Siebbeins an, welche den Verschluß zwischen Gehirn und Nasenhöhle bildet. Man erkennt, daß kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen beiden stattfinden kann, — und daß es also nicht möglich ist, wie der Volksglaube geht, daß gelegentlich Schnupftabak in das Gehirn gelangen könne; mithin gehört auch der rhume de cerveau der Märchenwelt an. — Weiter unten sehen wir zu beiden Seiten c c die Knochengrenze der Augenhöhlen, deren Boden d der rechte, e der linke Backenknochen bildet. Nach unten bildet die Scheidewand zwischen Nase und Mundhöhle f f der Knochen des harten Gaumens, welcher zusammen mit den Backenknochen als Stütze für den Oberkieferknochen g g dient, in welchen die Backzähne u u eingefügt sind, deren rechter durchsägt ist, während zur linken Seite (also vom Beschauer aus rechts) das Sägeblatt zwischen zwei Backzähnen eingeführt worden ist.

Unterhalb des harten Gaumens f f erstreckt sich die Mundhöhle; wir sehen die Schleimhaut ebenfalls durchschnitten, welche die Mundhöhle auskleidet, dieselbe h h erstreckt sich nach hinten, wo in der Mitte v das Zäpfen hängt, zu beiden Seiten w w der vordere, von oben nach unten gehende Gaumenbogen; darunter y y der hintere Gaumenbogen, welcher den Zugang der Nasenhöhle zur Mundhöhle vollständig verschließen kann, und zwischen beiden liegt auf jeder Seite x x jene schleimabsondernde Drüse, die „Mandel" genannt, von der wir schon früher (S. 354) gesprochen haben. Den Boden der Mundhöhle bildet die Zunge, von deren Rücken wir ein Stück sehen.

Gehen wir nun zur Nasenhöhle zurück, nachdem wir einen Ueberblick des Durchschnitts gewonnen, so erblicken wir zunächst in Fig. 141 die auf dem Knochen des harten Gaumens f f aufgerichtete knöcherne Scheidewand k, welche bis zu dem „Hahnenkamm" des Siebbeins b in die Höhe steigt und die Nase regelmäßig in zwei ziemlich gleiche Hälften theilt. Von der äußern Knochenwand hängen nach innen gerichtet die drei Nasenmuscheln herab; von diesen ist l, die untere Nasenmuschel, scheinbar auf unserem Durchschnitte die größte, — m, die mittlere Nasenmuschel, kommt ihr im Durchschnitte beinahe gleich, — während n, die obere Nasenmuschel, uns als sehr klein erscheint. (Wir werden jedoch an der übernächsten Abbildung wahrnehmen, daß nur die Richtung des Sägeschnittes die Schuld dieser scheinbaren Größenverhältnisse trägt.) Unter den Muscheln hin streicht die eingeathmete Luft und durchläuft unterhalb der untern Nasenmuscheln bei o den untern Nasengang, in p den mittleren Nasengang und in q den obern Nasengang.

Die Haupthöhle der Nase wird also durch die nach innen hervorragenden, nach unten herabhängenden Nasenmuscheln eingeengt. Zur Seite der Haupthöhle befinden sich die Nebenhöhlen. So sehen wir seitlich und über dem obern Nasengange q vier durchschnittene Höhlen r r r r, welche sogenannte Zellenräume des Siebbeines bilden. Viel auffallender sind die zur Seite des untern und mittlern Nasenganges sichtbaren Hohlräume, welche von Backenknochen und Oberkieferknochen begrenzt werden, und die man die Kieferhöhlen s s nennt. Die wenigsten Leute lassen sich träumen, daß sie in ihrem Antlitz so bedeutende Hohlräume tragen. Sehr schön sieht man auf der Abbildung den Uebergang aus der linken Haupthöhle der Nase in die linke Kieferhöhle.

Auf Grund der eben besprochenen Abbildung wird man nun leicht den weiter nach vorn ausgeführten Querschnitt (Fig. 142) verstehen, welcher uns zugleich Verhältnisse der Augenhöhle und ihres Inhaltes zeigt. Man erkennt zunächst, daß die Augenhöhle durchaus keine regelmäßige Gestalt hat, sondern nur gegen die Nase hin sich ziemlich gleichmäßig rundet, dagegen nach außen verschiedene Einbuchtungen zeigt. In ihr ruht in der Mitte der Augapfel (in welchen wir von hinten nach vorn hineinsehen) eingebettet in Fett, umgeben von seinen Muskeln, — während nach oben und außen der längliche Durchschnitt der Thränen-Drüse sichtbar ist. Zwischen der Augenhöhle und der Höhle des Backenknochen verläuft in einem knöchernen Kanale der Antlitz-Nerv, welcher oft so

fürchterlich durch „Gesichtsschmerzen“ peinigt. Weiter nach innen sehen wir die Nasenhöhle und die beiden unteren Muscheln derselben; neben der untersten erkennt man eine in die Höhle des Backenknochen führende Oeffnung. Im Leben sind die Zwischenräume neben den Nasenmuscheln viel geringer, weil die Schleimhaut bedeutend dicker ist, als auf dem vor-

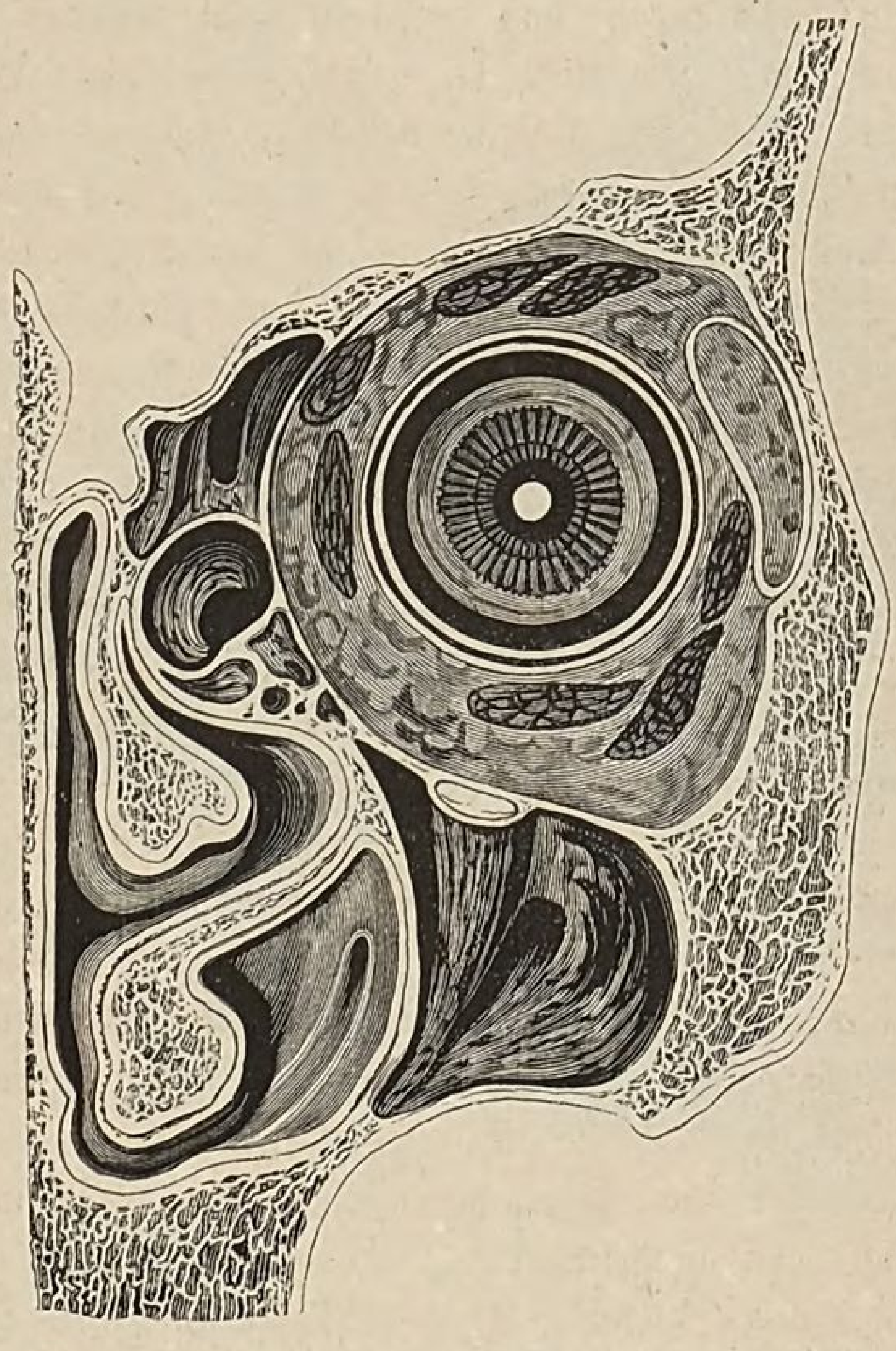


Fig. 142. Frontalschnitt der Augenhöhle.

liegenden Präparat (welches in Spiritus gelegen hat, wodurch die Schleimhaut zusammengeschrumpft ist). Die mittelst der Nase bei geschlossenem Munde eingeathmete Luft kann sich daher wärmen und durchfeuchten, — wenn auch nur bei Erwachsenen, nicht bei Kindern. —

Nachdem wir so am Durchschnitte Größe und Verhältniß der Höhlen

zu einander, so wie die Lagerung der Nasenmuscheln über einander kennen gelernt haben, — werden wir nun die anatomischen Verhältnisse der **Nasenmuscheln** auf der äußern Nasenwand leichter überschauen können, so schwierig sie auch für den Neuling auf dem Gebiete der anatomischen Wissen=

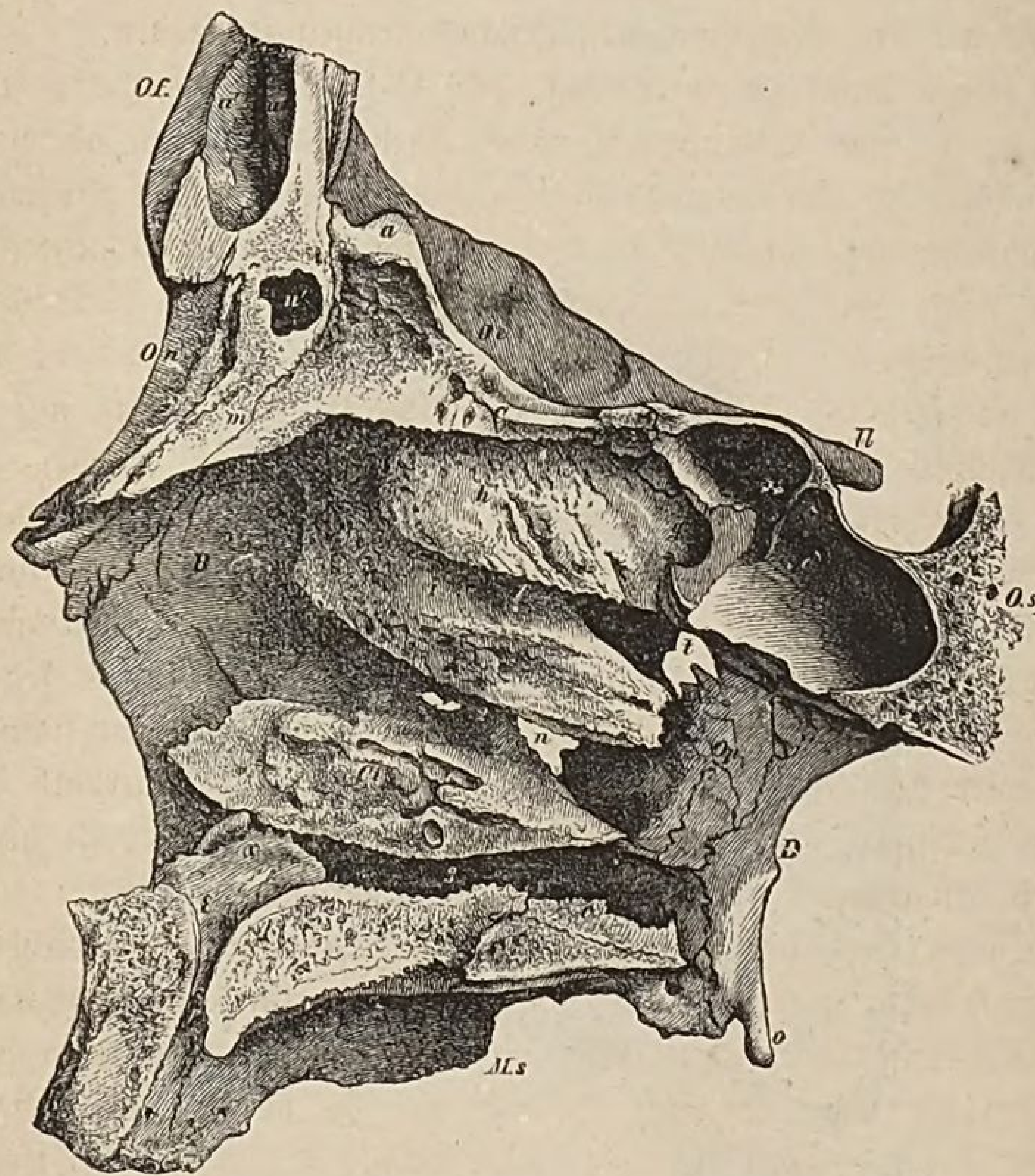


Fig. 143. Das Innere der Nasenhöhle mit den Nasenmuscheln.
(Durchschnitt von vorn nach hinten.)

Of (Os frontis) das Stirnbein — u′ u′ Stirnbeinhöhlen. — O e (Os ethmoideum) Riechbein, Siebbein. — a Hahnenkamm. — O. sph (Os sphenoideum) Keilbein, Theil des Grundbeines. — ll vorderer Fortsatz (processus clinoideus anterior). — g Oeffnung der Keilbeinzellen in die Nasenhöhle; s Scheidewand in der Keilbeinhöhlung. — t (foramen spheno-palatinum) Keilbeingaumenloch zum Durchgang für Blutgefäße und Nerven. — O p (Os palatinum) Gaumenbein. — D processus pterygoideus mit o seinem Haken. — M s (Os maxillare superius) Oberkieferbein mit B seinem Stirnfortsatz α der Nasenleiste und $\varepsilon\gamma$ dem Schneidezahnkanal für Nerven und Blutgefäße. — O n (Os nasale) das Nasenbein. — m Nasenfortsatz des Stirnbeines. — h obere Nasenmuschel. — i mittlere Nasenmuschel. — C i untere Nasenmuschel. — n Oeffnung zur Kieferhöhle. — 1, 2, 3 oberer, mittlerer, unterer Nasengang.

schaft zu sein pflegen. Trennen wir von den Knochen eines Kopfes, welche macerirt worden sind (d. h. von denen man sämmtliche Weichtheile, also auch die Schleimhaut, entfernt hat, so daß nur noch die Knochenmasse übrig bleibt), die Nasenwand der rechten Seite mit einem Theile der anhängenden Knochen ab und betrachten sie von innen, um die Lagerungsverhältnisse der drei Nasenmuscheln genauer kennen zu lernen.

Wir sehen dann zu oberst Fig. 143 O f das Stirnbein und in demselben u, u, zwei Stirnhöhlen, welche ebenfalls mit dem obern Theile der Nasenhöhle in Verbindung sind. Hinter diesen beiden Höhlen liegt a der Hahnenkamm, diesmal von vorn nach hinten durchschnitten, und wie man sieht, eine Hervorragung am obern Theile des Siebbeines (oder Riechbeines) O e bildend. Hinter dem Riechbeine ist durchschnitten das Grundbein (oder Keilbein) O. spb, welches wir bereits auf S. 89 im Durchschnitte des Kopfes eines acht Wochen alten Knaben kennen lernten; der Knochenfortsatz ll entspricht daselbst Fig. 50,3. Wir erwähnten an jener Stelle, daß der vordere Theil des Grundbeines sich beim Erwachsenen in eine Höhle verwandle, während er beim neugebornen Kinde noch ein fester Knochen ist. Diese Höhle des Keilbeins sehen wir unterhalb ll, wie sie bei s durch eine Scheidewand von oben nach unten getrennt wird und bei g in die Nasenhöhle mündet. — Unterhalb g wird in t eine Oeffnung sichtbar, durch welche Gefäße und Nerven hindurchgehen; die Anatomen nennen sie das „Keilbein-Gaumen-Loch". — Das Gaumenbein O p liegt am weitesten nach hinten in unserer Abbildung, macht bei D eine Hervorragung, unten bei o einen Knochenhaken, an welchem Muskeln angewachsen sind, und grenzt unten nach vorn an M s das Oberkieferbein, welches sich bis auf die vordere (vom Beschauer nach links gelegene) Seite fortsetzt und daselbst, wie man sieht, in B den größten Theil der äußern knöchernen Nasenwand ausmacht. Die Decke der Nase besteht aus den kleinen länglichen Nasenbeinknochen O n, und zwischen den Nasenbeinknochen und die Fortsetzung des Oberkieferbeines schiebt sich ein Stück des Stirnbeines m hinein, so daß diese Knochen vielfach unter einander verwachsen sind. —

Nachdem wir so von der uns vorliegenden Abbildung wiederum einen Ueberblick gewonnen haben, werden wir nun die Lagerungsverhältnisse der „Nasenmuscheln" mühelos verstehen. Die obere Nasenmuschel sehen wir in h unterhalb des Riechbeines herabhängen, nach rückwärts von ihr in g den erwähnten Eingang in die Keilbeinhöhlen und darunter 1 den

obern Nasengang. Unter derselben befindet sich die mittlere Nasenmuschel i, welche, wie man sieht, an Fläche eigentlich die bedeutendste ist; unterhalb derselben erblicken wir in n den Eingang zur rechten Kieferhöhle (und zwar ist der äußere Knochen weggenommen worden, damit man durch diesen Eingang hindurchsehen könne; in Folge dessen erscheint er auf der Abbildung weiß). Zwischen der mittlern Nasenmuschel und der untern C i befindet sich der mittlere Nasengang, und unterhalb der letzterwähnten Nasenmuschel der untere.

Wenn man sich durch unsere Abbildung von der Gegend des „Hahnenkamms" a aus senkrecht nach unten bis neben M s eine gerade Linie gezogen denkt und dabei die Abbildung Fig. 141 vergleicht, so wird man sich die Lagerungsverhältnisse der Nasenmuscheln noch lebendiger vergegenwärtigen können und wird nun erkennen, weßhalb die obere Nasenmuschel klein erschien auf dem Querdurchschnitte, die mittlere größer und die untere am bedeutendsten. Außerdem wird die Lage des Gaumenknochens, die Lage der verschiedenen Gesichtsknochen klar geworden sein, — und endlich wird man eine Uebersicht über die Verhältnisse der Haupthöhle unserer Nase zu den Nebenhöhlen gewonnen haben. —

Wie man sieht, steht die Nasenhaupthöhle in Verbindung nach „oben" mit den beiden Stirnhöhlen, welche Hervorragungen vorn oberhalb der Augenbrauengegend bewirken. Im phrenologischen System der Gall'schen Schädellehre werden die Hervorragungen als „Philosophenhöcker" bezeichnet und gelten für ein Kennzeichen der Begabung für speculative Philosophie. Die Philosophenhöcker sind aber, wie man sieht, hohl, und es liegt hinter ihnen nicht Gehirn, sondern Luft — und beim heftigen Athmen und Niesen Wind. — Weiter nach „hinten" und zu beiden „Seiten" steht die Nase in Verbindung mit den verschiedenen Höhlenzellen des Siebbeines; ganz nach „hinten" mit den Höhlenzellen des Keilbeines; und zu beiden Seiten mit den Oberkieferhöhlen.

Alle diese Nebenhöhlen sind mit einer gemeinsam die Höhlen auskleidenden, ununterbrochen sich fortsetzenden Schleimhaut in Verbindung. Dies hat seinen großen Nutzen für unser Athmen. Denn indem wir durch die Nase ein- und ausathmen, vermögen wir die kalte Winterluft, welche durch die Nasengänge hindurchstreicht, auf der warmen Schleimhaut zu erwärmen; vermöchten wir dies nicht, so würden wir an jedem kalten Tage, sobald wir aus dem erwähnten Zimmer in die kalte Luft treten, einen Lungenkatarrh uns fast unausbleiblich zuziehen. Die Er-

wärmung wird aber gesichert dadurch, daß die in die Nase eintretende Luft sich mischt mit der warmen Luft, welche in den Knochenhöhlen der benachbarten Knochen aufgespeichert ist. Was unsere Ingenieure beim Einrichten einer guten Ventilation nur erst theilweise zu lösen vermögen: eine Vorwärmung der reinen kalten einzuathmenden Luft, — das ist hier durch diese Nebenhöhlen der Nase in der vollständigsten Weise erreicht worden.

Außerdem haben diese vielen Höhlen in den Knochen des Gesichts den Vortheil, daß sie das Gesicht „leicht" machen. Da wir nun (wie sich später beim Gehen erweisen wird) den Kopf von vorn nach hinten auf dem Halse, wie man sich ausdrückt, „balanciren", und die vordere Hälfte größer ist, als die hintere, so würde der Kopf beständig nach vorn das Uebergewicht haben, wir würden stets das Bestreben fühlen, daß unser Kinn auf die Brust sinkt, und müßten unausgesetzt mit Hülfe der Hals- und Nacken-Muskeln den Kopf gerade halten, was große Anstrengungen erfordern würde, wenn sämmtliche Knochen des Antlitzes volle, feste, schwere Knochen wären. Die Nebenhöhlen der Nase nützen uns also, indem sie das Antlitz leichter machen und uns ermöglichen, ohne Anstrengung den Kopf frei zu tragen und zu balanciren. Wenn der Säugling und das kleine Kind nur schwer den Kopf aufrecht zu tragen vermögen, und derselbe leicht das Uebergewicht namentlich nach vorn erhält, so trägt der Mangel an Höhlen der Gesichtsknochen hieran keinen kleinen Antheil.

Drittens verdanken wir den Nebenhöhlen der Nase eine größere Festigkeit der Knochen des Antlitzes und demgemäß geringere Gefahr bei Verwundungen. Hohle Knochen, seien es nun Röhren oder Knochen, welche rundliche Zellenräume umschließen, sind fester, vermögen also der Gewalt größeren Widerstand zu bieten und brechen weniger leicht, als massive Knochen. Das ist in der Bautechnik längst bekannt. Man macht jetzt die eisernen Tragsäulen nicht mehr aus solider Eisenmasse, sondern stellt sie als eiserne Röhren her; man baut die Brückenpfeiler und vorgeschobenen Vorsprünge der Quais nicht mehr massiv, sondern hohl, und füllt man sie innen mit lockerem Schutt aus. Das haben die Bautechniker von der Natur gelernt. Einmal hatten sie es vergessen. Die alte schöne Elbbrücke zu Dresden wurde vor längerer Zeit einmal an einem Pfeiler beschädigt, man besserte sie aus, und die betreffenden Maurermeister waren höchlich erstaunt, daß dieser Pfeiler hohl sei. Das

dünkte ihnen eine nachlässige Arbeit, und sie beschlossen, das Machwerk der früheren Baumeister zu verbessern, und bauten diesen Pfeiler massiv, zumal da er ein Crucifix tragen sollte. Was geschah? Die nächste stürmische Hochfluth riß den massiven Pfeiler weg, während die übrigen hohl gebauten dem Andrängen der wüthenden Wassermassen ruhigen Widerstand boten. Dieser Versuch im Großen war zu lehrreich, als daß man den alten Baumeistern nicht wieder hätte nachahmen sollen. Bei der Ausbesserung wurde daher der Pfeiler wieder hohl gebaut, und seit jener Zeit haben mehrere Ueberschwemmungen die schäumenden Fluthen gegen ihn geworfen, ohne daß es dem Bauwerk den geringsten Nachtheil gebracht hätte. Die Natur zeigte aber dieses Geheimniß seit Jahrtausenden an der dünnen Schale des Eies und in noch höherem Grade an dem Kiele der Vogelfedern, wo mit leichtem, ja sogar schwachem Baustoff ganz überraschend große Widerstandskraft erzielt wird, während zugleich der Vortheil der Leichtigkeit damit Hand in Hand geht. — Den Gewinn solcher Festigkeit der Gesichtsknochen wissen wir Gerichtsärzte am besten zu beurtheilen! Die Mehrzahl der Wunden bei Raufereien findet sich am Kopf und namentlich am Gesicht; etwa die Hälfte der Unglücksfälle betrifft wiederum Kopf und Gesicht. Die unglücklichen Ausgänge durch Tod, Siechthum oder Entstellung würden zehnmal größer sein, als sie es sind, wenn die Nase keine Nebenhöhlen hätte.

Aber diese Nebenhöhlen haben auch ihre Unbequemlichkeiten. Die erwärmte Luft der Nebenhöhlen kann nicht immer dem Bedürfnisse genügen. Wenn wir z. B. nach einem raschen Wege, oder nachdem wir uns im warmen Zimmer längere Zeit aufgehalten haben, an der Straßenecke mit einem Freunde plaudern, dann trifft von der Seite der kalte Wind noch unser Gesicht, kältet allmälig Wange und Stirn, theilt diese Kälte den unter ihnen befindlichen Nebenhöhlen der Nase und deren Luftinhalte mit — wir athmen ohne genügende Vorerwärmung die kalte Luft ein, und ein Schnupfen oder Husten (d. h. Katarrh der Nasenschleimhaut oder Katarrh der Schleimhaut der Luftwege) ist die Folge. Währt nun die Schnupfenentzündung lange, ist sie sehr heftig, oder gesellt sich eine neue Erkältung zu der frühern, dann verbreitet sie sich nicht nur in die Haupthöhle der Nase auf Nasenscheidewand und Nasenmuscheln, sondern bis in die Stirnhöhlen, die Siebbein- und Grundbeinzellen und die Oberkieferhöhlen, — und dann stellt sich zuerst dumpfer, peinigender Kopfschmerz, nach und nach Schmerzgefühl in verschiedenen Theilen des

Kopfes und Gesichts ein, ohne daß wir die Stelle genau anzugeben vermögen, — — kurz ein Schnupfenkatarrh in den Nebenhöhlen der Nase gehört durchaus nicht zu den Annehmlichkeiten des Lebens.

Endlich können die Nebenhöhlen auch noch unwillkommene Gäste beherbergen, und das bildet ihre für den lebenden Menschen unangenehmste Einwirkung.

Zunächst sollte man meinen, daß alle diejenigen kleinen Theilchen fester Körper, welche in Städten und auf verkehrsreichen Straßen der Luft beigemengt sind, und welche man gewöhnlich mit dem Ausdrucke „Staub" bezeichnet, sich in den Haupt- und Nebenhöhlen der Nase ablagern müßten. Da jedoch nur die Haupthöhle nach hinten wiederum eine Oeffnung hat, so daß die Luft durch sie hindurchstreicht, während die Nebenhöhlen nur die eine Oeffnung besitzen, durch welche sie mit der Haupthöhle in Verbindung stehen, da ferner die sämmtlichen Nebenhöhlen beständig mit warmer, von Feuchtigkeit gesättigter Luft gefüllt sind, so gelangt von dem in der Luft schwebenden Staube nur selten ein Körnchen in eine der Nebenhöhlen. Sobald es aber daselbst niederfällt, wird es auch herausgeschafft, — und zwar geschieht die Entfernung des Staubes mit Hülfe derselben Einrichtung, welche wir bereits in den flacheren Höhlen und Ausbiegungen des Kehlkopfes kennen gelernt haben, mit Hülfe des Wimperepithelium oder der Flimmerzellen. Am häufigsten kommt es wohl noch vor, daß ein wenig Staub, oder Schnupftabak und dergleichen, beim heftigen stoßweisen Einathmen von der Luft in die fast senkrecht über den Nasenlöchern gelegenen Stirnhöhlen geschleudert wird; da diese jedoch ihre Oeffnung nach unten haben, so wird das Eingedrungene auch leichter wieder entfernt. Nur äußerst selten bewirken fremde Körper in der Stirnhöhle andauernde Entzündungen, welche sich dann durch jahrelang fortdauernden dumpfen Kopfschmerz zu erkennen gibt, ohne sonst irgendwie Leben und Gesundheit zu beeinträchtigen.

Ganz anders aber ist das Verhältniß, wenn lebende Geschöpfe, z. B. Insekten, sich die Höhlen der Stirn zu ihrem Wohnsitze auserlesen. Der Oehrling (Forficula auricularea) dürfte kaum bis zur Stirnhöhle gelangen. Das Thier hat bekanntlich nächtliche Lebensweise, kriecht oder fliegt nur in der Abenddämmerung umher und verbirgt sich während der Tageszeit unter Steinen, in Mauerritzen, Baumrinden; wird es nun bei Sonnenschein in seinem ruhigen Aufenthalte gestört, so sucht es schleunigst wiederum eine dunkle Stelle, um sich zu verbergen, und gelangt dann

wohl auch aus Zufall, nicht aus böser Absicht, in Ohr oder Nase eines im Freien Schlafenden. Man darf, ohne zu irren, annehmen, daß dem Thiere der Aufenthalt daselbst nicht sehr behagt; denn hat es freie Wahl, so wählt es sich die Blüthen der Nelken und Georginen, oder reife süße Früchte und Trauben, deren Annehmlichkeit ihm unsere Nase und Ohren wahrlich nicht ersetzen können. Die eingekrochenen Thiere sind auch so unbändig, bewegen sich in der ihnen ungewohnten heißen Höhle so heftig hin und her, daß sie den Schläfer erwecken und von diesem als ungebetene Gäste entfernt werden. — Viel gefährlicher und heimtückischer sind für uns die Tausendfüßer, von denen der schlimmste (Scolopendra morsitans) nur in Indien heimisch ist, während der bei uns heimische gemeine Vielfuß (Julus terrestris, in der Jugend braungelb, im Alter schwarzgrau) und der leuchtende Tausendfuß (Scolopendra electrica, von blaßockergelber Farbe, im Dunkeln zuweilen wie die Johanniswürmchen leuchtend) bei weitem nicht so unheimlich sind, wie ihr indischer Verwandter, aber doch unter ungünstigen Verhältnissen Leben und Gesundheit des Menschen zu gefährden vermögen. Der leuchtende Tausendfuß, welcher sich sehr langsam entwickelt und um so mehr Füße erhält, je älter er wird, so daß die Zahl derselben bis 69 Fußpaare steigt, wurde wiederholt und von den sichersten Gewährsmännern in der Stirnhöhle der Menschen beobachtet; er war dem Schlafenden eingekrochen und verweilte oft jahrelang an diesem Orte. Unter etwa 20 uns bekannten Fällen dieser Art wurde er 7mal durch Niesen entfernt. Die Krankheitserscheinungen bestanden in heftigem Kopfschmerz, Betäubung, Denkunfähigkeit, Athembeschwerden, Appetitmangel, allgemeine Abmagerung und Kraftlosigkeit. —

In Cayenne hat man sowohl bei Eingebornen als bei dahin transportirten Europäern die Entwickelung von Fliegeneiern in der Nase und in den Höhlen des Stirnknochens beobachtet. Anfangs klagen die Kranken nur über ein unangenehmes Gefühl in der Nasenhöhle, welches sich bald zu heftigem Kopfschmerz in der Nähe der Stirngegend umwandelt und von Anschwellung der Nase und des Gesichts, sowie von starkem Nasenbluten begleitet ist; letzteres bringt jedoch dem Kranken keine Erleichterung. Oft gingen Larven in großer Menge ab. In allen Fällen war die Krankheit eine sehr bedeutende und schwere, von heftigem Fieber, großer Athemnoth, Schmerzen der Geschwulst, Irrereden und Schlafsucht begleitet. In den günstigsten Fällen tritt Heilung nicht ohne Verlust der

Nasenknochen und große Entstellung des Gesichtes ein; fast immer erfolgt der Tod. Auch in Europa hat man in südlichen Gegenden die Entwickelung der Fliegenlarven beobachtet. Personen, welche im Freien geschlafen hatten, klagten über dumpfen Kopfschmerz in Stirn und Schläfengegend, verbunden mit dem Gefühle des Kriebelns; der Kopfschmerz steigert sich in den nächsten Tagen und zugleich war ein leichtes Geräusch nicht nur vom Kranken, sondern selbst von Umstehenden gehört worden. Daß dieses Geräusch von den Bewegungen der Fliegenlarven im reichlich abgesonderten Schleime herrühre, ergab sich daraus, daß bald Hunderte von Larven unter heftigen Niesbewegungen entfernt wurden. Ueble Folgen, wie andauernde Krankheit oder Tod, sind jedoch bei den in Europa vorgekommenen Fällen dieser Art nicht beobachtet worden. —

Sämmtliche Höhlen der Nase sind mit Schleimhaut überzogen, welche in den Nebenhöhlen sehr dünn und arm an Blutgefäßen ist (daher auch wenig absondert), — in der Haupthöhle aber die Dicke eines Messerrückens nicht nur erreicht, sondern an vielen Stellen übertrifft. In einiger Entfernung von den Nasenlöchern ist die Schleimhaut überall mit Wimpern besetzt, welche beim lebenden Menschen unausgesetzt ihre eigenthümliche Bewegung ausführen. Man braucht nur, um diese Wimperzellen unter dem Mikroskop untersuchen zu können, ein wenig Schleim mittels eines flachen Hakens weit hinten von der Schleimhaut der Nase abzukratzen und wird sicher jedesmal Wimperzellen dadurch erhalten haben. Auch zu Anfang des Schnupfens werden dieselben in großer Zahl entfernt. In Folge dessen fehlt ihre Beihülfe beim Schnupfen zur Entfernung des Schleimes aus der Nase, und es dünkt uns, als ob derselbe zäher wäre, als sonst, fester anhafte, als sonst. Dazu kommt, daß die dicke Schleimhaut der Haupthöhlen nicht nur Wimperepithelium trägt, sondern auch, mit Blutgefäßen zahlreich durchzogen, in ihrem Innern eine Unmasse kleiner schleimabsondernder Drüschen birgt. Bei der katarrhalischen Entzündung schwillt die Schleimhaut an und vermag dann die Zwischenräume zwischen Nasenscheidewand und Muscheln oder zwischen den Nasenmuscheln unter einander für Luft undurchdringlich zu machen. Wie leicht dies möglich ist, lehrt ein Blick auf die Abbildung in Fig. 141. — Die Entfernung zwischen den einzelnen Theilen ist gerade bei der oberen und mittleren Nasenmuschel nicht bedeutend, und eine mäßige Anschwellung der Schleimhaut, eine geringe Ansammlung des Schleimes auf derselben muß schon an irgend einer dieser Stellen verhindern, daß die Luft durch-

streichen könne. Ist der Weg an einer Stelle der Luft versperrt, so ist er es natürlich auch für die ganze Nase.

Der geringe Zwischenraum zwischen den einzelnen Theilen in der oberen und mittleren Nasenmuschel bewirkt aber in gesunden Tagen die Feinheit des Geruchs; denn diese beiden Muscheln und die Zwischenräume in ihrer Nachbarschaft sind es ja, auf deren Schleimhaut der Riechnerv sich ausbreitet und wo wir die Sinnesempfindung des Geruchs besitzen. Je enger der Weg ist, eine um so dünnere Luftschicht kann auf einmal diesen Weg durchgleiten, und um so sicherer werden alle riechenden Bestandtheile der durchgleitenden Luft mit den letzten Endigungen des Riechnerven in Berührung treten, um so besser werden wir also auch riechen. (Bei Hunden, Füchsen und anderen fein riechenden Thieren ist der Weg noch viel enger, und die Riechmuscheln sind nicht so einfach, wie beim Menschen, nur aus einem umgebogenen Blättchen gebildet, sondern sind zum Theil verästelt und stellen ein vielfach in sich selbst zusammengerolltes Blatt dar.)

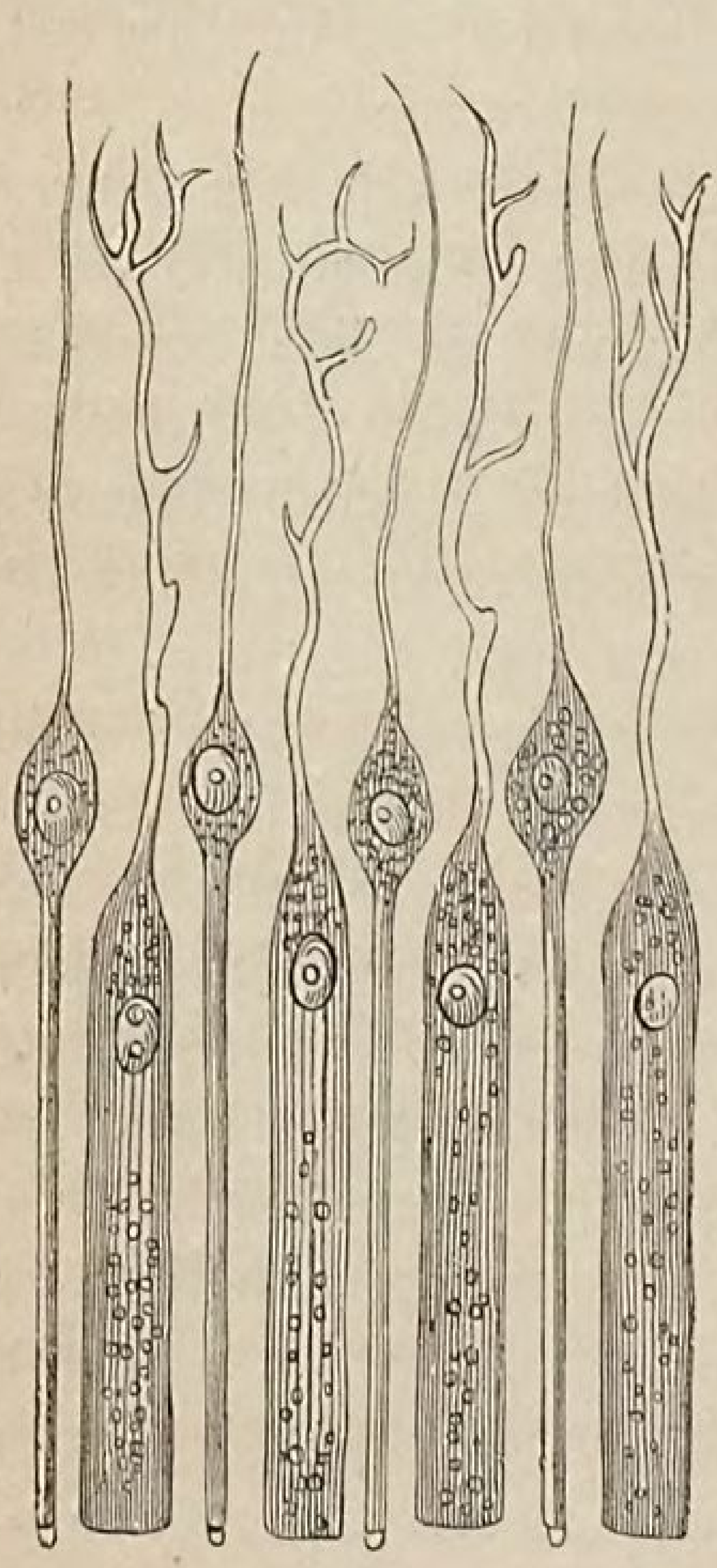


Fig. 144. Riechzellen. (Vergr. 600.)

Jene engere Stelle der Haupthöhle unserer Nase an der oberen und mittleren Nasenmuschel nennt man daher die „Riechgegend". Man findet daselbst eigenthümliche langgestreckte Zellen, mit wurzelartig verästelten Verlängerungen in der Schleimhaut haftend, und zwischen ihnen außerordentlich feine, lange, dünne Fasern mit Anschwellungen, welche den Ganglienkugeln gleichen (Fig. 144).

Diese letzteren hält man für Endigungen des Riechnerven, obgleich es bis jetzt den angestrengten Bemühungen noch nicht gelungen ist, ihre unmittelbare Verbindung mit dem Nerven nachzuweisen; die Gebilde sind so außerordentlich weich, zart und fein und liegen in einer so dicken, derben Schleimhaut eingebettet, daß

unsere feinsten schneidenden Instrumente und unsere künstlichsten Verfahrungsweisen der Darstellung sie nicht vereinzelt herausarbeiten können, sondern zerstören. Die zwischen ihnen liegenden zarten, lang gestreckten Zellen dienen vermuthlich zum Auffsaugen der riechenden Bestandtheile und erleichtern so die Riechfähigkeit der Nase, indem sie deren Sinnesnerv in andauerndere Berührung mit den riechenden Bestandtheilen bringen.

Hierin mag es seinen Grund haben, daß der Riechnerv sehr schwer in seinen Verrichtungen gestört werden kann. Nur eine regelwidrige Beschaffenheit der Nasenschleimhaut oder eine Decke von Schleim oder Wasser über der Nasenschleimhaut hindert die Wahrnehmung der Gerüche. Einspritzungen von lauem Wasser in die Nase rufen leichten Schmerz in der Gegend der Stirnhöhle und auf der hintern Fläche des Gaumens hervor. Läßt man sich diese Einspritzungen machen, während man auf dem Rücken liegt, so bleibt das Wasser in der Nase und fließt nicht in den Schlund herab, weil die hintern beiden Falten des weichen Gaumens durch ihre Zusammenziehung die Nase hinten verschließen. Läßt man nun das Wasser eine Zeit lang mit der „Riechgegend" in Verbindung, so hat man, nachdem es abgelaufen ist, die Empfindlichkeit für alle Gerüche vollständig verloren.

Es war mir unmöglich, nach diesem Versuche Essigsäure, Ammoniak, Schnupftabak, den Geruch von gestoßenem Pfeffer, Eau de Cologne und anderen wohlriechenden oder unangenehm riechenden Stoffen durch einfaches Einziehen der Luft wahrzunehmen. Diese Geruchlosigkeit dauerte 4 bis 6 Minuten, je nachdem vorher das laue Wasser kürzere oder längere Zeit in der Nase verblieben war. Die Geruchsschwäche währte etwa 1/2 Stunde. — Nahm ich in dieser Zeit eine Prise Schnupftabak, so bemerkte ich den grob gepulverten fast gar nicht in der Nasenhöhle; der fein geriebene, staubartige dagegen erregte ein beißendes, kratzendes Gefühl, aber die Empfindung seines eigenthümlichen Geruchs fehlte vollständig.

Der Riechnerv gibt seine letzten Endigungen nur zur oberen und mittleren Nasenmuschel und deren Umgebung; — in die Stirnhöhlen, sowie zur mittleren und unteren Nasenmuschel gehen Empfindungsfasern des dreigetheilten Nerven, mit welchem wir uns bei der Zunge noch näher beschäftigen werden. Diese Versorgung der Nasenschleimhaut von zwei verschiedenen Nerven erklärt, weßhalb in dem eben erwähnten Versuche die Empfindlichkeit für die Sinnesempfindung des Geruchs auf-

gehoben sein konnte, ohne daß dabei gleichzeitig die allgemeine Empfindung des Schmerzgefühls erloschen wäre. —

Vom dreigetheilten Nerven versorgt ein Ast gleichzeitig die Nase, sowie einen Theil der Augengegend; ein anderer Zweig des dreigetheilten Nerven, „Thränennerv" genannt, geht zur Thränendrüse. Diese Nervenverbindung erläutert uns das leichte Entstehen jener Nervenreflexe zwischen Auge und Nase. Bei Wahrnehmung eines beißenden Geruchs (von Meerrettig, Schnupftabak), welcher nicht nur die Riechnerven, sondern auch die Empfindungsnerven der Schleimhaut reizt, gehen uns die Augen über, d. h. die Thränenabsonderung wird stärker. Wird dagegen ein Nervenreiz im Auge hervorgebracht, wird z. B. durch plötzliches Sehen gegen helles Licht die Iris zu schneller Zusammenziehung gebracht, so thränt nicht nur das Auge, sondern wir haben auch eine Reizempfindung in der Nasenschleimhaut und müssen niesen. —

Endlich versorgt ein anderer Ast des dreigetheilten Nerven gleichzeitig die Schleimhaut des hintern Theiles der Nase, die hintere Hälfte der mittleren und unteren Nasenmuschel, sowie die im Siebbeine befindlichen hinteren Nebenhöhlen der Nase, gibt auch einen Zweig für die Schleimhaut des harten Gaumens, für Zäpfchen, Mandel und Gaumensegel. Dies erklärt, weßhalb eine kratzende, beißende Empfindung von Pfeffer und starkem Branntwein und dergleichen sich für uns nicht nur im Gaumen, sondern gleichzeitig auch im hintern Theile der Nase bemerkbar macht.

So sehen wir denn, daß unsere Gefühlswahrnehmungen sich immer mit dem anatomischen Messer und dem Mikroskop erklären lassen, und daß nun scheinbar schwer Verständliches uns deutlich wird, wenn wir die einzelnen Verhältnisse kennen lernen und uns dabei an das früher bezüglich der Nerven und ihrer Lebensverrichtungen Gelernte erinnern. —

Der anatomische Verlauf der Nerven und die Gestalt der Nasenhöhle erläutern uns auch die eigenthümliche Vereinigung zwischen Geschmack und Geruch, welche uns so häufig entgegentritt.

Es gibt eine Anzahl „schmeckbarer" Stoffe, welche wir thatsächlich nicht mit Hülfe des Mundes, sondern mit Hülfe der Nase schmecken. Hierzu gehören vor Allem die aromatischen Stoffe, welche mittelst ihres Gehaltes an ätherischem Oele eine gewisse Geschmacksempfindung bei uns hervorrufen. Gewiß wird Jeder glauben, daß er Zimmt, Knoblauch und Vanille sehr gut und bestimmt von einander zu unterscheiden

im Stande sei. Man verschließe aber die Eingangsöffnungen seiner Nase durch Zuhalten oder mit anderem Hülfsmittel so dicht, daß kein Luftstrom durch die Nase kommen kann, — man lasse sich dann ein und dieselbe Speise, z. B. einen gut bereiteten Mehlbrei, auf dem einen Teller mit Lösungen von Zimmt, auf einem andern mit Knoblauch, auf einem dritten mit Vanille, auf einem vierten gar nicht würzen, verbinde sich dann die Augen und versuche nun mit geschlossenen Augen und geschlossener Nase herauszufinden, welcher dieser Breie mit dem einen oder andern Gewürze versehen oder welcher gewürzlos sei, und man wird sich vergeblich bemühen, aus den Geschmacksempfindungen dies zu errathen. Alle vier schmecken in gleicher Weise, — vorausgesetzt, daß nicht etwa in ihnen befindliche Stücke der Zimmtrinde, der Vanillenschote oder der Knoblauchblätter uns durch die Berührung der Zunge beim Tasten errathen lassen, was in ihnen ist.

Die Erklärung dieses überraschenden Versuchs ist sehr einfach. Der aufsteigende Dunst des Genossenen gelangt durch die über dem Gaumen befindliche weite, hintere Oeffnung der Nase in die Nasenhöhle hinein bis zur Riechgegend, wird dort empfunden, und diese angenehme Empfindung des Wohlgeruchs bringen wir mit den Speisen beim Kauen in Zusammenhang, — wir übertragen die Ursache der angenehmen Geruchs-Empfindung irrthümlich auf die Geschmacks-Organe, weil wir kauend die Empfindung haben und weil wir für gewöhnlich Geschmack und Geruch nur nachlässig beachten, kurz — weil unsere Zunge und unsere Nase in der Erziehung vernachlässigt werden.

Auch der Wohlgeschmack oder Mißgeschmack der meisten Getränke, z. B. des Weines, der Biere, der Liqueure, der Milch, hängt wesentlich von der Geruchsempfindung ab. Kranke, welche schwefelhaltiges Mineralwasser trinken sollen, und welche sich vor dem üblen Geruche desselben nach faulen Eiern (in Folge des in ihm entwickelten Schwefelwasserstoffes) ekeln, können das Wasser ohne Widerwillen hinabschlucken, wenn sie, einige Zeit bevor sie das Glas in die Hand nahmen, die Nase sich fest zuhielten.

Hiermit darf nicht verwechselt werden, daß man einzelne Gerüche nicht mehr von einander zu unterscheiden vermag, wenn man wiederholt schnell hinter einander bald den einen, bald den andern Geruch aufmerksam prüfte; daß es sich beim Schmecken ebenso verhält, ergibt der bekannte Versuch über das Erkennen verschiedener Weinsorten. Wir haben bereits

rüher (S. 193) die Erklärung dafür gegeben: durch Ermüdung werden die Sinneswahrnehmungen beschränkt und aufgehoben. —

Wie wir im täglichen Leben die Ursache der Empfindungen beim Essen und Trinken nur nachlässig und ungenügend beobachten, so verwechseln wir auch außer den Geruchseindrücken häufig die Tastempfindungen in der Mundhöhle mit Wahrnehmungen des Geschmackorgans und bezeichnen daher mit dem Ausdruck „Geschmack" eine große Reihe von Empfindungen, welche in der Wirklichkeit mit dem Geschmack gar nichts zu thun haben.

Wir sprechen z. B. von einem kühlenden, brennenden, stechenden, kratzenden, zusammenziehenden Geschmack. Wie bei der Nase, so ist aber auch beim Munde die Gefühlswahrnehmung für scharfe, reizende oder sonst eigenthümlich die Empfindungsnerven erregende Einwirkungen über die gesammte Innenfläche verbreitet. Wir fühlen in der Riechhöhle der Nase die stechende Empfindung, welche Dünste des Chlors hervorrufen (z. B. von Chlorkalk), nicht nur in der eigentlichen Riechgegend sondern auch unten bis gegen den Gaumen hin. In der Geschmackshöhle empfinden wir so das kratzende Gefühl von ranziger Butter oder fuselhaltigem Kartoffelschnaps, das brennende Gefühl beim Betupfen mit reinem Alkohol über die sämmtlichen Schleimhautoberflächen: auf den Lippen, dem Zahnfleisch, auf der innern Wangenfläche, auf der untern Zunge, wie auf der eigentlichen Geschmacksfläche des Zungenrückens und der Zungenwurzel; — die wirklichen Geschmacksempfindungen aber nehmen wir nur auf der Geschmacksfläche wahr, und zwar mit Hülfe der daselbst befindlichen Geschmacks-Warzen.

Ein großer Theil der von uns genossenen Nahrungsmittel ist uns angenehm oder unangenehm nicht durch ihren eigenthümlichen Geschmack, sondern durch die Tastempfindung, welche sie in der Zunge erregen, und durch die Begleitung des Geruchs. — So schmeckt z. B. frisches Brod genau so, wie altes; aber im frischen Brode ist der eigenthümliche aromatische Geruch des Brodes weit stärker wahrnehmbar, als wenn es mehrere Tage gelegen hat; das frische Brod ferner ist weich und gibt daher der Zunge beim Kauen eine angenehme Tastempfindung, während das altbackene Brod gehärtet und krümelich geworden ist und in den kleinen harten Krümeln, in die es zerfällt, rauhe oder spitze Ecken der Zunge liefert, welche für die Tastempfindung unangenehm wirken. Das mit Butter bestrichene Brod ist viel angenehmer beim Kauen und Tasten,

als das trockene, und wird gewiß aus diesem Grunde ebenso bevorzugt, als der größern Ernährungsfähigkeit wegen. Gurken, Pilze, fettes Fleisch bieten der tastenden Zunge glatte, schlüpfrige Flächen, und diese Eigenthümlichkeit trägt nicht wenig dazu bei, sie beliebt zu machen. Aehnliches gilt von vielen Obstsorten. Zu große Weichheit ohne gleichzeitige reichliche Feuchtigkeit ist vielen Personen bei den Speisen unangenehm, wie dies die überreifen (teigig, mohl, oder rosch gewordenen) Birnen beweisen. Ebenso wirkt zu geringe Weiche für viele Personen unangenehm; zähes Fleisch von alten Thieren schmeckt gekocht und gebraten nur wenig anders, als das von jungen Thieren; aber es fühlt sich anders für die tastende Zunge an und muthet den Kauorganen größere Anstrengung zu; deßhalb ist es unbeliebt.

So bleiben also für die Geschmacksempfindung nur äußerst wenige Richtungen übrig; sie beschränken sich auf Süß, Sauer, Salzig, Bitter. Dazu käme noch die Empfindung des Wässerigen, d. h. der Mangel an Geschmack oder eine verringerte Geschmacksempfindung bei gleichzeitiger Berührung mit Wasser, und des Fetten, welches letztere eigentlich schon unter die Tastempfindungen gehört: denn es ist die Wahrnehmung der Glätte beim Mangel von Wasser und Geschmacksempfindung. (In Folge dessen gibt es einzelne Gesteinsarten, welche beim Belecken mit der Zunge den Eindruck des Fettes machen. Selbst die Berührung eines Uhrglases mit der Zunge ruft eine ganz ähnliche Empfindung in uns hervor.) — Andere Geschmacksempfindungen mischen wir aus den einfachen. So nennen wir „alkalisch" die Geschmackswahrnehmung, welche schwach salzig ist und welche dabei in sehr schwachem Grade ein stechendes oder kühlendes Gefühl hervorruft. Wir bezeichnen ferner als „metallisch" schmeckend dasjenige, was uns eine leicht zusammenziehende Gefühlswahrnehmung hervorruft, verbunden mit einer schwachen Geruchswahrnehmung, wie dem Geruch nach altem Eisen, altem Messing 2c.

Wie man aus dem Vorstehenden erkennt, hat man im gewöhnlichen Leben für die geringe Beachtung des Geschmackssinnes und Geruchssinnes wohl einen Entschuldigungsgrund in der großen Schwierigkeit, welche eine schärfer eingehende Unterscheidung bietet, und in dem verhältnißmäßig geringen Vortheile, der dadurch gewonnen wird.

Das Werkzeug für die Geschmacksempfindung ist die Zunge, deren Gestalt und anatomische Eigenthümlichkeiten wir jetzt betrachten wollen.

Man sagt gewöhnlich, die Zunge liege auf dem Boden der Mundhöhle; richtiger würde man ihr Verhältniß zum Munde bezeichnen, indem man darauf aufmerksam macht, daß sie vielmehr den Boden der Mundhöhle bildet. — Die Zunge besteht aus einem länglichen Beutel von Schleimhaut, welcher mit Fleischfasern gefüllt ist; der geschlossene Theil dieses Beutels liegt nach oben und bildet die Spitze der Zunge; der

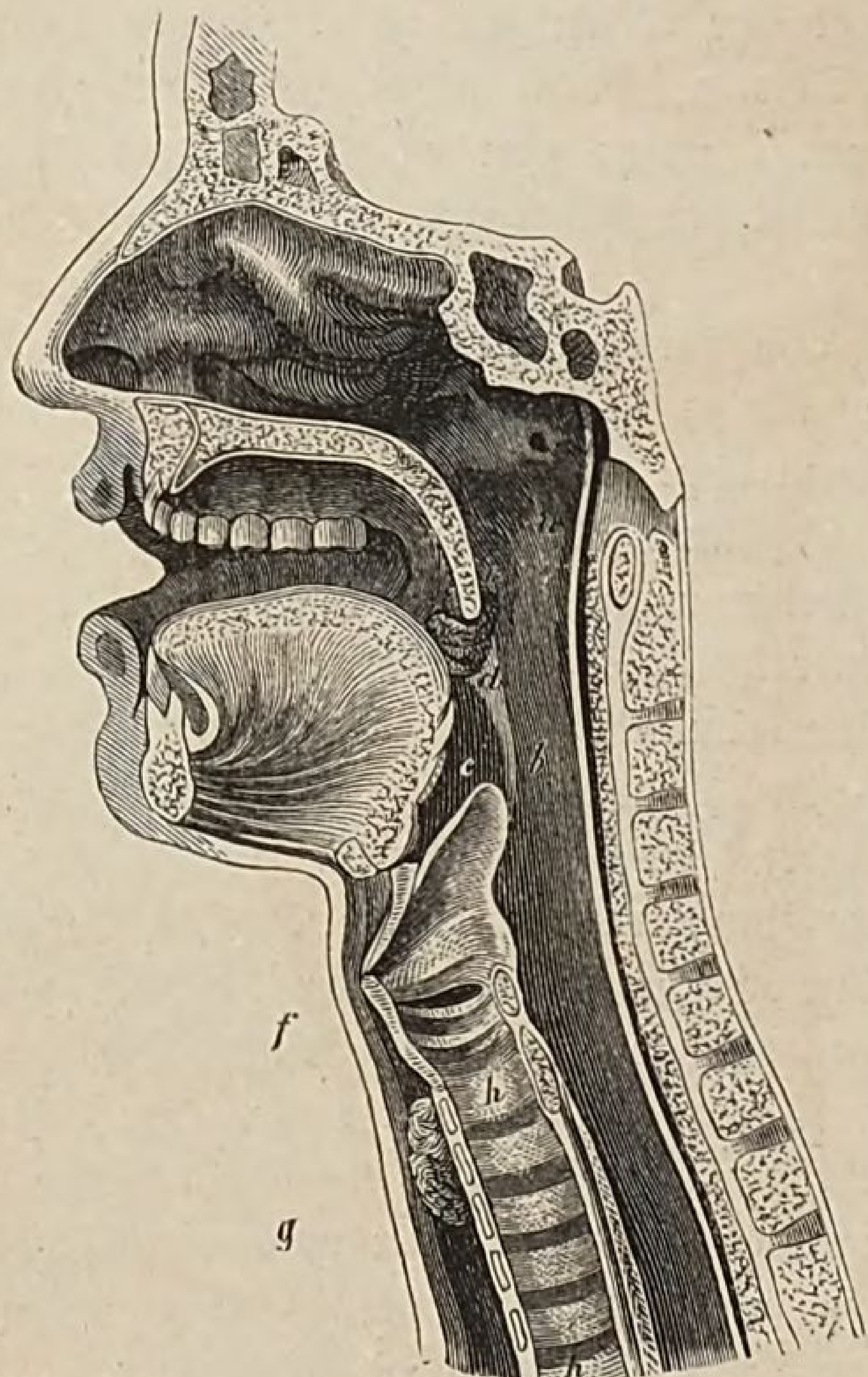


Fig. 145. Durchschnitt durch Nase, Mund und Zunge.

untere, weit offene Theil des Beutels ist vorn an der innern Seite des Kinns und hinten kurz vor dem Kehlkopfdeckel angewachsen (Fig. 145); die äußere Haut, welche vom Kinn zum Hals herabsteigt, überzieht die Oeffnung des mit Fleisch gefüllten Beutels. Die schwierige Aufgabe, welche für die Zunge und ihre Bewegungen zu lösen war, bestand nun darin, dem weichen, nur aus Fleisch bestehenden Gebilde, welches als

Werkzeug für Tasten und Schmecken im Innern der Mundhöhle uns so wichtig und unentbehrlich ist, nicht nur freie Beweglichkeit zu geben, sondern auch genügende Festigkeit.

Dies ist zunächst dadurch erreicht worden, daß außer an der Innenfläche des Kinnes noch ein zweiter fester Anhalt der Zunge gewährt und

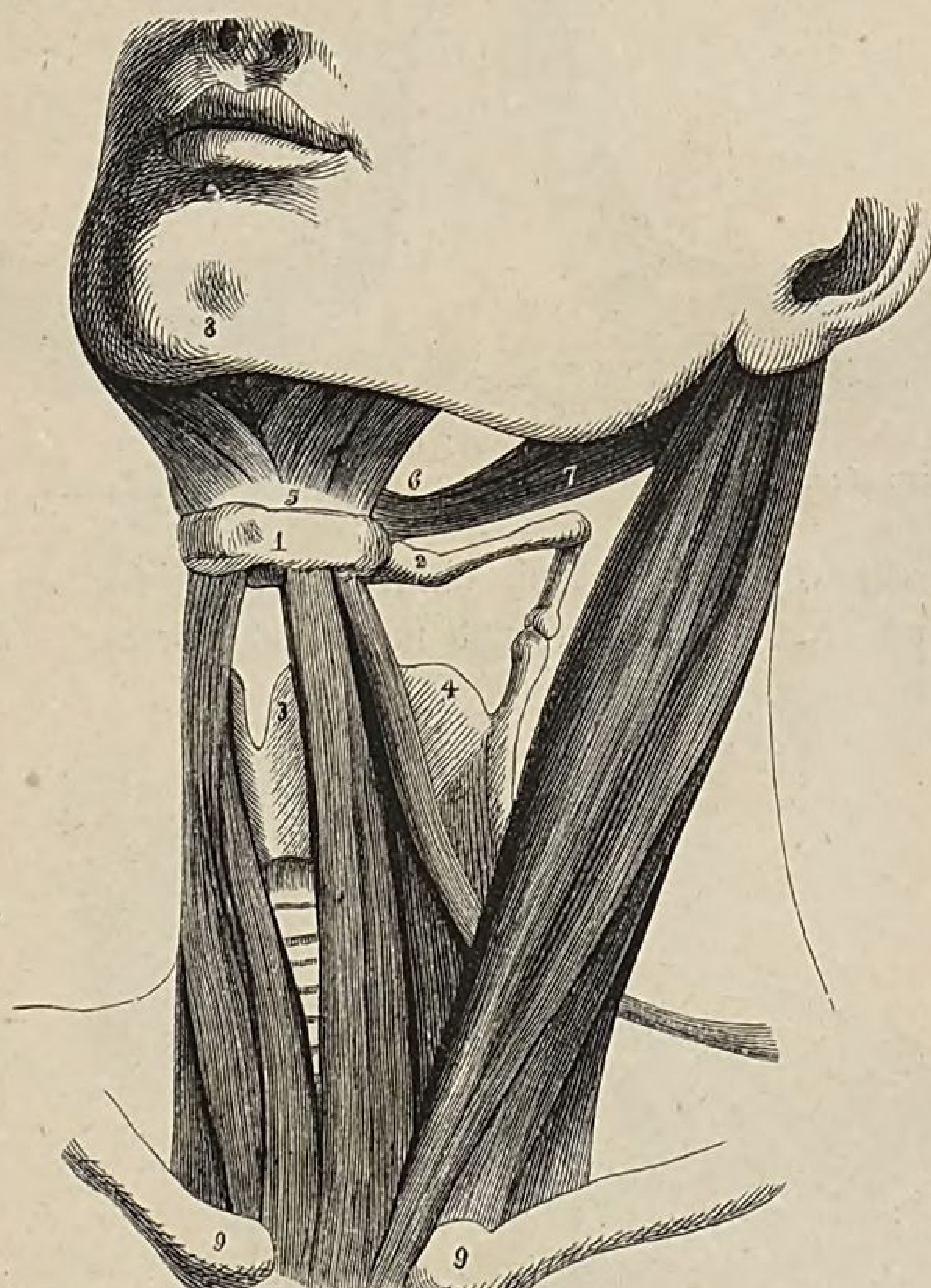


Fig. 146. Gesicht, Zungenbein, Kehlkopf.

1 Zungenbein. — 2 Großer Arm des Zungenbeines. — 3, 4 Kehlkopf. — 5 Ansatz der Muskel am Zungenbein. — 6, 7 Muskel zum Zungenbein vom stielförmigen Fortsatz. — 8 Kinn. — 9 Schlüsselbein. — 10 Brustbein und Ansatzstelle der Muskeln daselbst.

am obersten Theile des Halses oberhalb des Kehlkopfes ein hufeisenförmiger Knochen, das Zungenbein, eingefügt wurde.

Das **Zungenbein** (Fig. 146, 1, 2) wird durch Muskeln, welche von seinem Körper 1 herabsteigen bis zu dem Schlüsselbein und Brust-

bein (9, 10)', nach unten festgehalten; durch einen Muskel, welcher es gegen das Kinn zieht (5, 8), nach oben, vorn und seitlich, — durch einen Muskel, welcher hinter dem Kiefergelenk in der Gegend des äußern

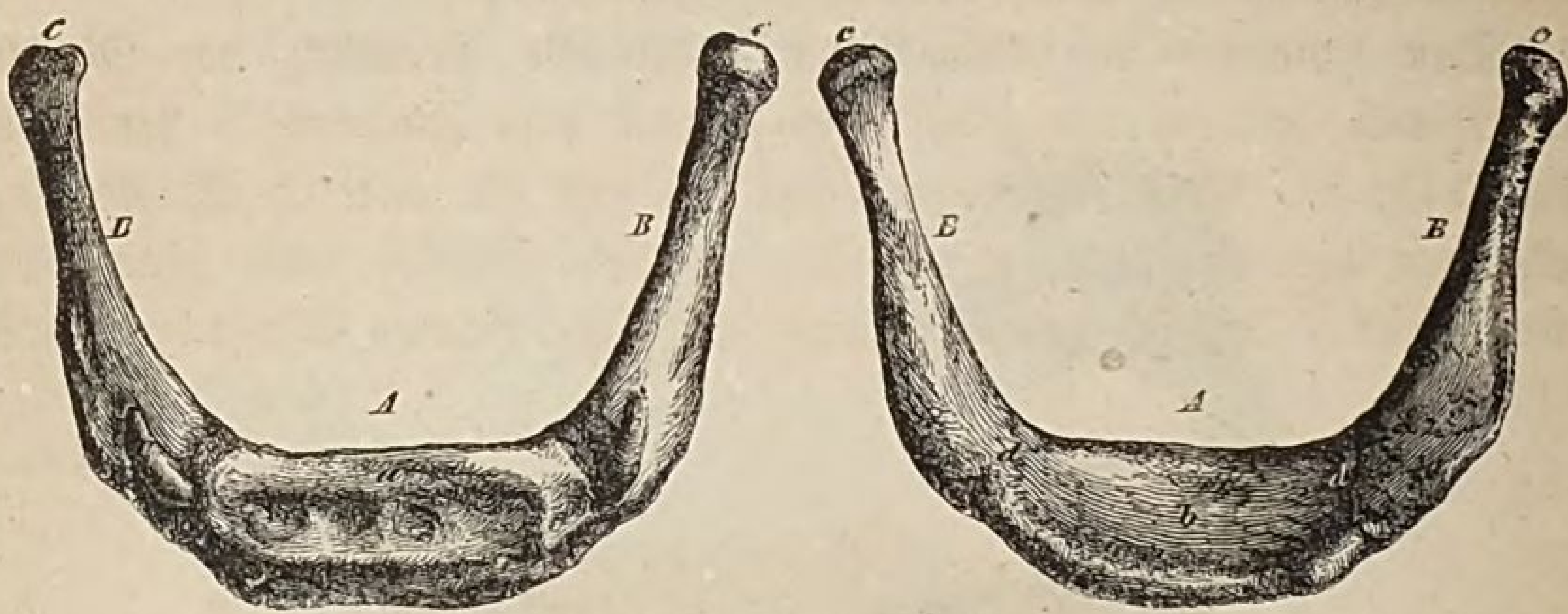


Fig. 147. Das Zungenbein

von oben. von unten.

Ohres festgehalten ist (6, 7), nach hinten. So gleichzeitig nach unten und oben, nach vorn, zur Seite und nach hinten gezogen, schwebt das

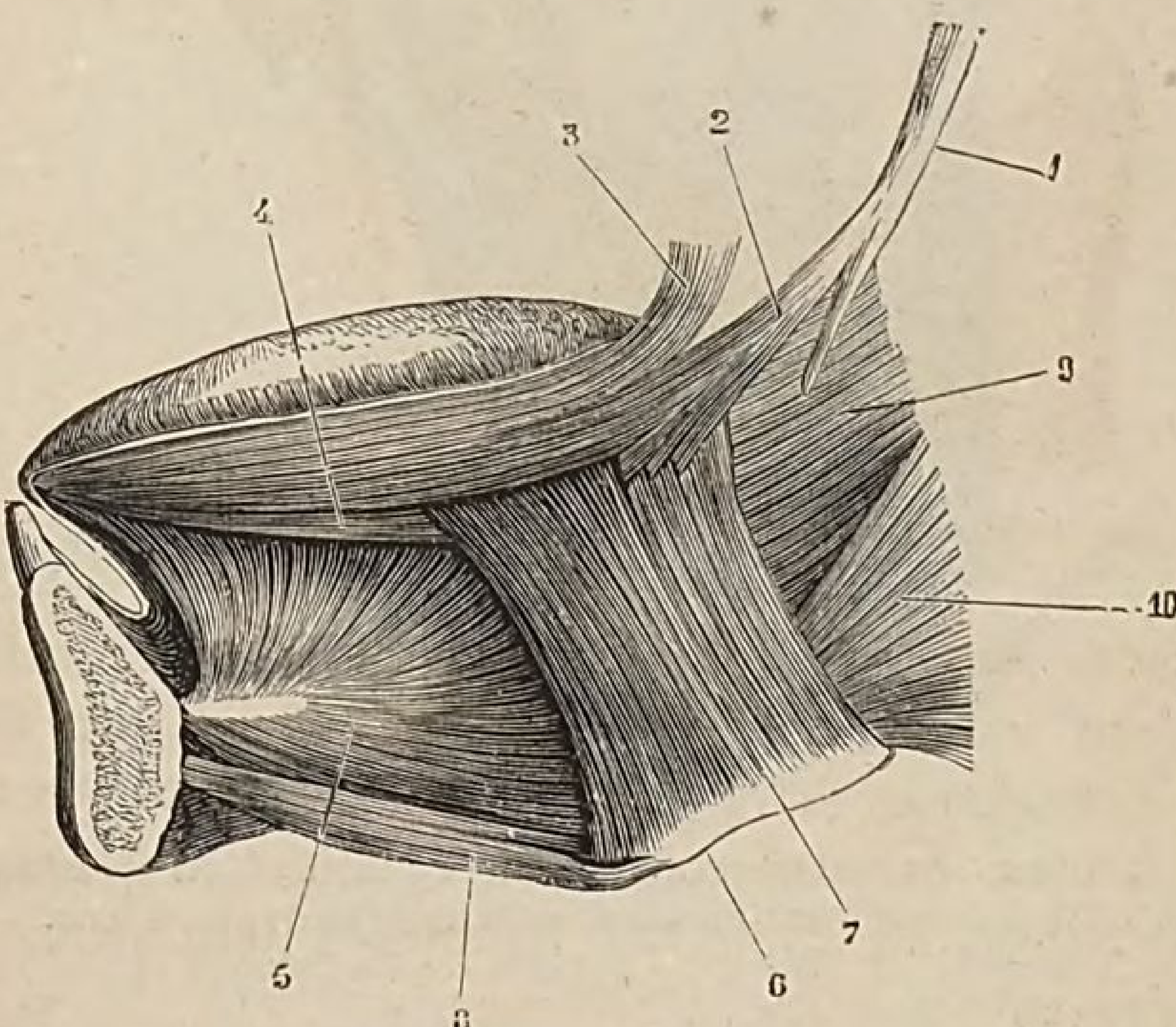


Fig. 148. Die Zunge mit ihren Muskeln.

Zungenbein fest oben am Halse, so daß es an der Spitze seiner „Hörner" den Kehlkopf tragen kann.

Die Form des Zungenbeins gleicht einem Hufeisen. Es besteht ursprünglich aus fünf Stücken, welche in der Kindheit beweglich mit einander verbunden sind, welche aber schon in den Jahren der Reife zu einem einzigen festen Stück verwachsen (Fig. 147).

Den „Boden" der Mundhöhle bildet also eigentlich der Muskel, welcher von der inneren Fläche des Kinnes zum Zungenbein herabsteigt (Fig. 148, 8). Vom Zungenbein aus (6) geht ein anderer Muskel quer nach vorn und oben zur Zunge (7); er zieht dieselbe nach hinten und unten herab. Endlich hat die Zunge auch ihre eigenen Muskeln, welche

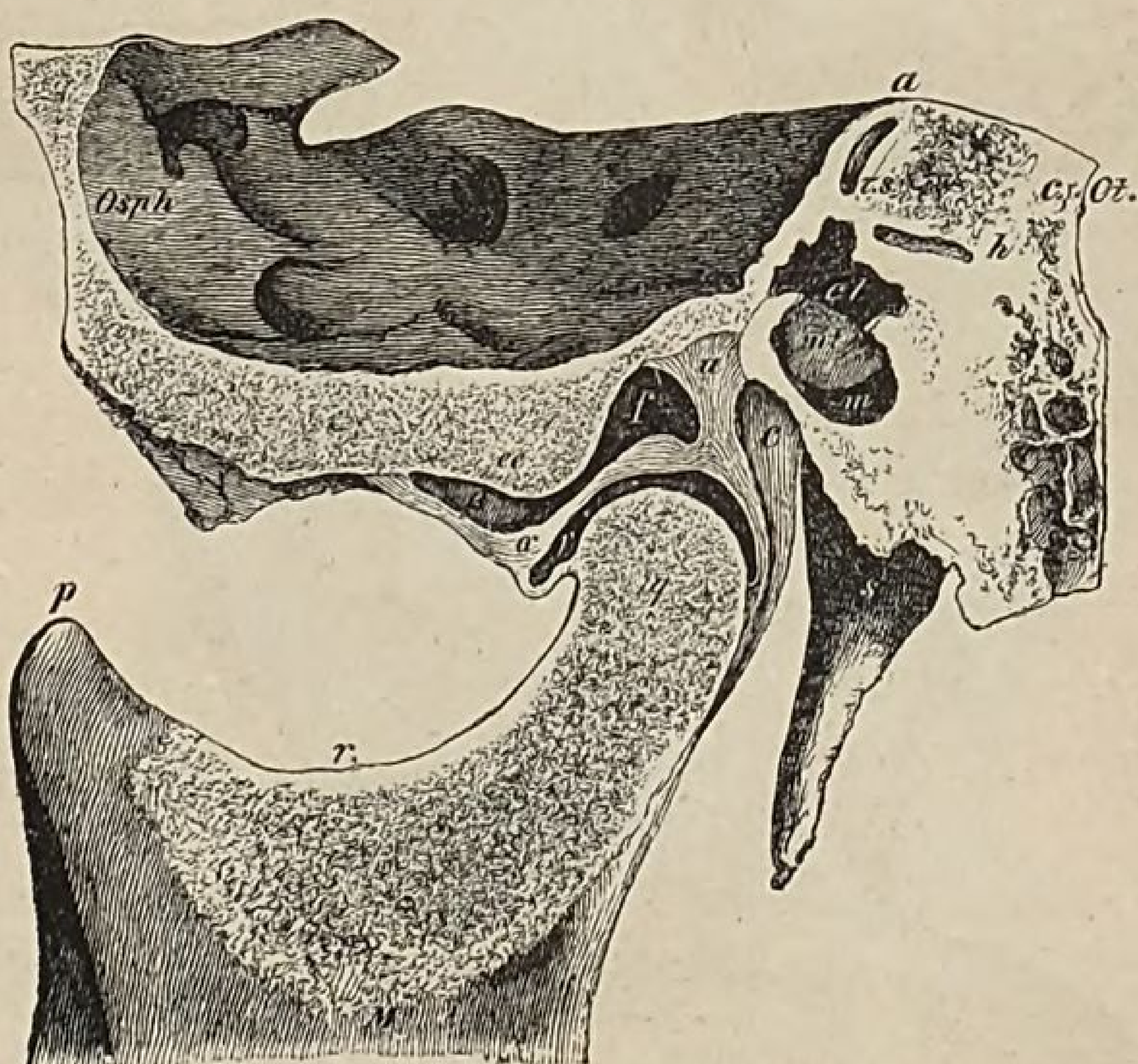


Fig. 149. Kiefergelenk und stielförmiger Fortsatz.

zu beiden Seiten von vorn nach hinten in derselben verlaufen, einen obern und einen untern. Der eine von innen steigt nach hinten und oben in die Höhe, wo er sich an den stielförmigen Fortsatz des Knochens festsetzt, in welchem das Gehörorgan liegt. Dieser stielförmige Fortsatz (Fig. 149, s) befindet sich hinter dem Gelenke des Unterkiefers, also etwas nach innen von unserer äußern Ohröffnung. —

Den wunderbar kunstvollen Bau unserer Zunge aus einzelnen Fleischfasern wird man erkennen und würdigen können, wenn man die Muskeln der Zungenwurzel hinten in der Gegend des Gaumens quer durchschneidet (Fig. 150).

Wir sehen von oben das Zäpfchen herabhängen mit dem gleichfalls durchschnittenen weichen Gaumen (Fig. 150, 1); über demselben die beiden großen Oeffnungen, mit denen die Nase sich nach hinten öffnet; unter und hinter dem vordern Gaumensegel liegen zu beiden Seiten die Mandeln (2), und hinter diesen spannt sich zu jeder Seite das zweite hintere Gaumensegel (3). Darunter liegt nun die Zunge mit ihrer merkwürdigen Muskelverflechtung. Zu oberst ist die Schleimhaut der Zunge durchschnitten (5); dann sieht man zu beiden Seiten mit Häkchen hervorgezogen den vom stielförmigen Fortsatz zur Zunge gehenden Muskel (6); unter

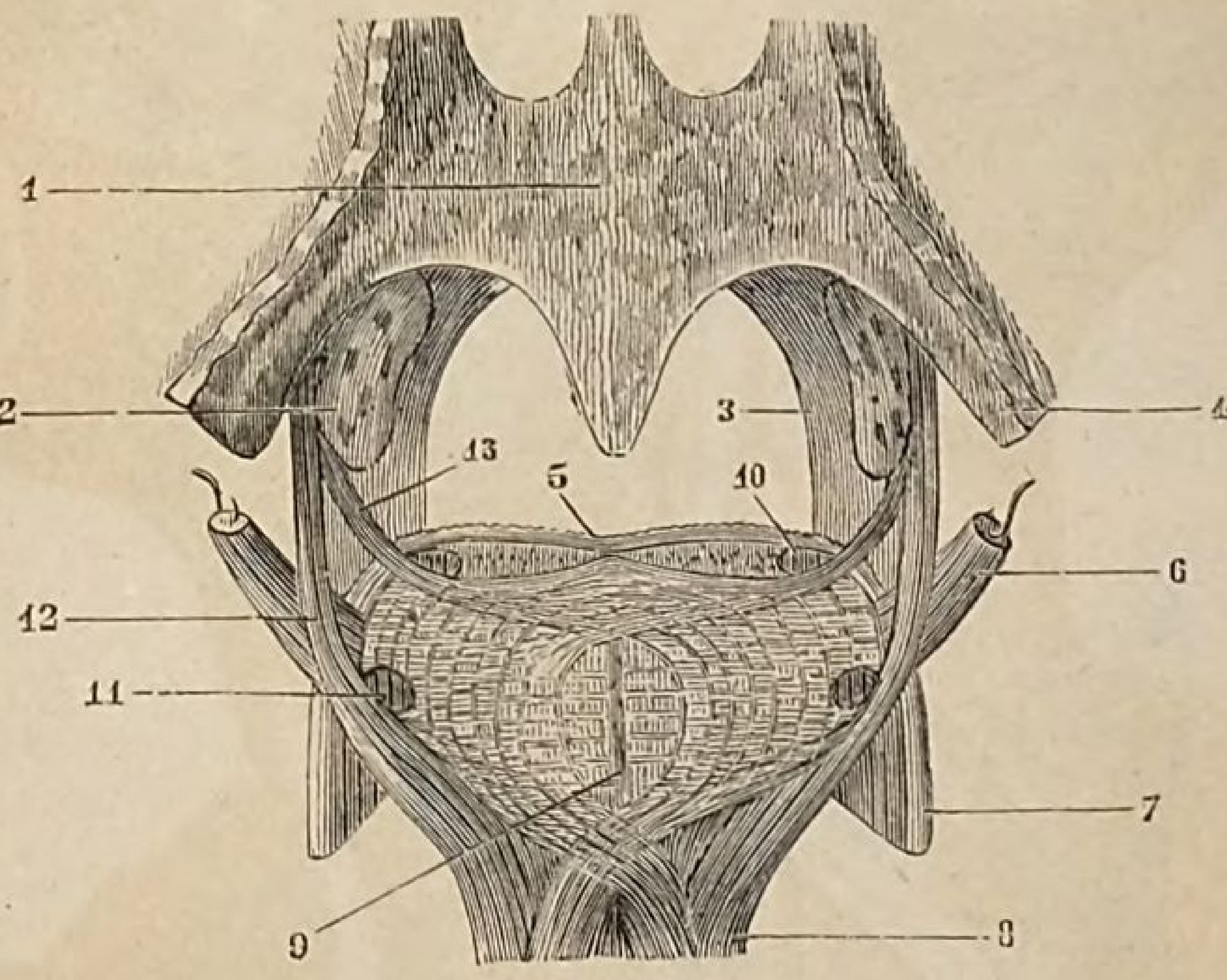
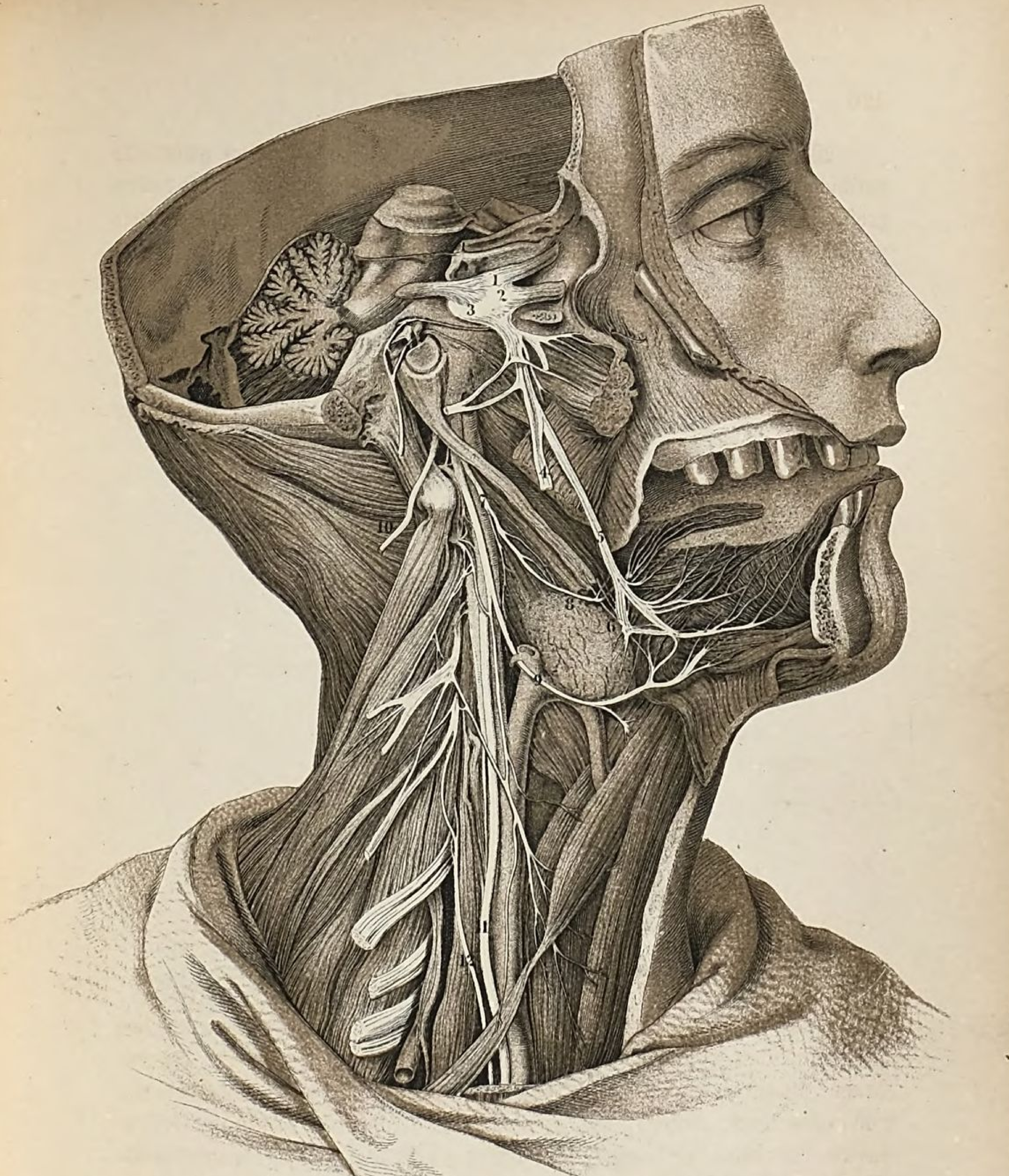


Fig. 150. Durchschnitt durch die Wurzel der Zunge.

ihm den vom Zungenbeine aufsteigenden (7); noch weiter nach unten den vom Kinn aus die Zunge erreichenden (8). In der Mitte (9) hat die Zunge zuweilen eine aus festerem Bindegewebe bestehende Scheidewand. Von vorn nach hinten, also hier quer durchschnitten, gehen zu beiden Seiten der obere (10) und der untere (11) der Zunge eigenthümliche Muskel, dessen Zusammenziehung die Zungenspitze nach unten oder nach oben zurückzuziehen vermag, der also die Rückenfläche der Zunge entweder erhebt oder hohlkrümmt. Zur Seite steigen von der Zunge ein Muskel zum Schlunde auf (12), ein anderer zu den Mandeln (13). Die eigentliche Masse der Zunge aber besteht aus Fleischfasern, welche die



Die Nerven der Zunge.

Praeparat von Rüdinger.

1, 2, 3. „**Dreiästiger Nerv**", und dessen Zweige **4** (abgeschnitten) für die unteren Zähne, **5** für die Tast-Organe der Zunge und für **6** ein Ganglion auf der Speicheldrüse unter der Kinnlade. – **7** „**Schlund-Zungen-Nerv**" und dessen Zweig **8** für die Geschmacks-Organe der Zunge. – **9** „**Zungenfleisch-Nerv**" für die Bewegungs-Organe der Zunge. – **10** „**Bei-Nerv**" (zurückgebogen) begleitet **11** den „**Lungen-Magen-Nerv**" **12** „**Zwerchfell-Nerv**".

Reclam der Leib des Menschen. Art. Anst. v. E. Hochdanz, Stuttgart Stuttgart: K. Thienemanns Verlag

Fortsetzung der meisten jetzt erwähnten Muskeln bilden und welche sich um die erwähnte Zwischenwand (9) in immer größeren und größeren Kreisbögen herumlegen, während wiederum andere kleine Fleischfasern in senkrechter und wagrechter Richtung diese mit einander verbinden.

So ist der Zunge auf wunderbare Weise Festigkeit und allseitige Beweglichkeit gegeben. Zwischen Kinn und Zungenbein festgewachsen, kann sie sich verlängern und abplatten, umrollen, nach jeder Seite biegen, — kurz, wir können unsere Zunge bewegen, wie der Elephant seinen Rüssel, um beim Kauen mit der Zungenspitze zu tasten, mit dem hintern Theile der Zunge zu schmecken. Bewegen — Tasten — Schmecken — sind also die drei Aufgaben, welche im lebenden Körper die Zunge zu lösen hat, und dieser Dreitheilung entsprechen auch die Nerven der Zunge (Tafel II).

Wir sehen auf der Tafel „die Nerven der Zunge", im Innern des Schädels die ursprüngliche Stelle des dreiästigen Nerven liegen (1, 2, 3); von diesem steigt der Zungennerv (5) nach vorn herab und gibt seine Zweige zur Zungenspitze hin, wo die Tastpapillen der Zunge sich befinden. Ein anderer Nerv, der Schlundzungennerv (7, 8), sendet seine Zweige zum Rücken und zur Zungenwurzel für die Geschmackspapillen — und ein dritter, der Zungenfleischnerv (9), schlingt sich unten unterhalb der Speicheldrüse vorüber zu den Muskeln der Zunge, um die Bewegung derselben zu vermitteln.

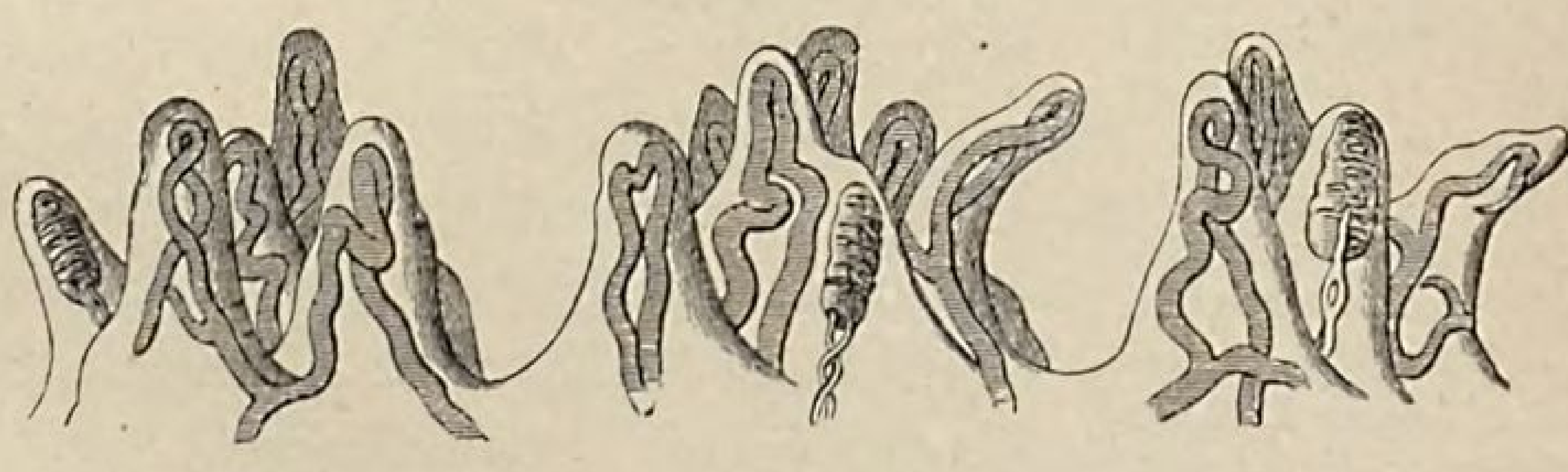


Fig. 151. Tastwärzchen.

Die Tastpapillen der Zunge gleichen in der Hauptsache den Tastpapillen der Haut (Fig. 151). Sie enthalten Schleifen der Blutgefäße und die in Tastkörperchen endigenden Nervenfasern. Die Tastpapillen der Zunge ragen in der weichen, feuchten Schleimhaut hervor und bilden fadenförmige, zum Theil schwammige weiche Erhöhungen. Die eigentlichen Geschmackspapillen stehen nur auf dem Rücken der



Fig. 152. Die Zunge in Verbindung mit dem Zungenbein und dem Kehldeckel, von oben gesehen.

1 Die Zungenfurche in der Mitte des Zungenrückens. — 2 Die beiden Seitenhälften der Zunge, dicht besetzt mit kleinen Erhabenheiten, von denen die einzeln stehenden, etwas stärkeren, die papillae fungiformes, die übrigen in großer Menge zwischen sie eingestreuten die papillae filiformes darstellen. — 3 Die Zungenspitze. — 4 Die blattförmigen Fältchen der Schleimhaut an den Seitenrändern der Zunge. — 5 Die papillae circumvallatae, die mit einem Wall versehenen Papillen, ein weit geöffnetes Λ bildend. — 6 Das blinde Loch der hintersten größten wallförmigen Papillen. — 7 die Zungenwurzel mit den linsenförmigen Erhabenheiten, welche von den hier dicht unter der Schleimhaut liegenden Balgdrüsen herrühren. — 8 Der Kehldeckel. — 9 Die drei Zungen-Kehldeckelbänder. — 10 Die großen Hörner des Zungenbeines.

Zunge gegen die Wurzel derselben in Form eines weit geöffneten Λ verstreut (Fig. 152, 5). Die hinter ihnen befindlichen linsenförmigen Erhöhungen (7) rühren von unter der Schleimhaut liegenden Drüsen her und haben den Vortheil, beim Schlucken für den Bissen eine rauhe Oberfläche zu bieten, so daß die Zunge nicht an ihm vorbeigleiten, sondern auf denselben drückend ihn gegen Schlund und Speiseröhre herabpressen kann.

Das eigentliche „Geschmacksorgan", d. h. die Zungenwärzchen oder Papillen, in welchen sich die Geschmacksnerven in eigenthümlicher Weise endigen, um mit Hülfe besonderer Vorrichtungen die Mischungsverhältnisse der in unserer Mundhöhle befindlichen auflöslichen Stoffe uns zum Bewußtsein zu bringen, ist erst in jüngster Zeit untersucht und genauer bekannt geworden.

Die „Tastpapillen" der Zunge stehen entweder einzeln und sind dann ihrer Verlängerung wegen fadenförmig: sie heißen deßhalb „fadenförmige" Warzen (papillae filiformes); — oder es stehen ihrer mehrere auf einer Stelle vereinigt, so daß sie ein Bündel bilden, welches mit seinem Schleimüberzuge einen Schwamm ähnelt: man gibt ihnen dann den Namen: „schwammförmige" Warzen (papillae fungiformes).

Die „Geschmackspapillen" dagegen ragen nicht auf der Zunge hervor, sondern jede einzelne liegt in einer kleinen Vertiefung der Zungenhaut, so daß ringsum die Schleimhaut sie umgibt, wie eine Festung von einem Wall umgeben ist: sie heißen deßhalb „umwallte" Warzen (papillae circumvallatae).

Behalten wir zur Erläuterung der Form

der Geschmackspapille das Bild einer Festung bei, welche ringsum von einem Wall umgeben ist, dessen Oberfläche gleichhoch liegt, als die Stadt. Es wird dann zwischen Stadt und Wall ein Graben ringsum laufen. In den meisten Festungen wird dieser Graben viel breiter sein, als er tief ist. Nehmen wir aber an, man hätte ihn bei einer Festung verhältnißmäßig schmal, aber um so tiefer gemacht, so haben wir damit eine Vorstellung von den äußeren Formen eines umwallten Geschmackswärzchens gewonnen. Tafel VIII „Die Geschmackswerkzeuge der Zunge" zeigt uns in Fig. 1 ein Geschmackswärzchen von oben nach unten durchschnitten (und unter dem Mikroskop bei ungefähr 30maliger Vergrößerung betrachtet) — nebst seiner Umgebung.

Man sieht in der Mitte das Geschmackswärzchen, in welches von unten Nerven **a** und **b b** eindringen. Die in der Mitte aufsteigenden Nerven **a** versorgen oben die kleinen spitzen „Tast-Wärzchen", sind also Tast-Nerven, — die zu beiden Seiten sichtbaren Nervenfasern: **b**, **b**, gehen zu den in der Seitenwand des Wärzchens befindlichen „Schmeck-Bechern", sind also Geschmacksnerven.

Zu beiden Seiten des Geschmack-Wärzchens geht ein Spalt in die Zunge herab. In diesen Spalt öffnen sich, wie man sieht die Schmeckbecher. Die andere Wand des Spaltes bildet der die Geschmackswarze rings umgebende Wall, in welchem wieder größere Tastpapillen mit ihren Nerven sichtbar sind. — In den unteren Theil des Spaltes münden sich, mittelst langer Ausführungsgänge, kleine Drüsen: **c**, **c**, deren Absonderung den Innenraum des Walles immer feucht erhält.

Der Spalt, in welchen sich die Schmeckbecher mit ihrer kleinen Mündung öffnen, entspricht also dem Festungsgraben, findet sich daher im Durchschnitte zu beiden Seiten der Papille, da er rund um dieselbe herumläuft. Was nun diese kleinen Hohlräume anbelangt, welche wir „Schmeck-Becher" genannt haben, so ruhen in ihnen die eigentlichen Geschmackswerkzeuge der Zunge, das heißt die letzten Enden der Geschmacksnerven, welche die Geschmacksempfindung uns vermitteln.

Man sieht Geschmacksnervenfasern in großer Zahl zu den Schmeckbechern hinzutreten, wenn man unter dem Mikroskop bei stärkerer Vergrößerung, Fig. 2, einen Durchschnitt durch den untern Theil der Schmeckbechergegend, des Spaltes und des Walles von einer Geschmackswarze betrachtet.

Man sieht die Nervenfasern zu den Schmeckbechern verlau-

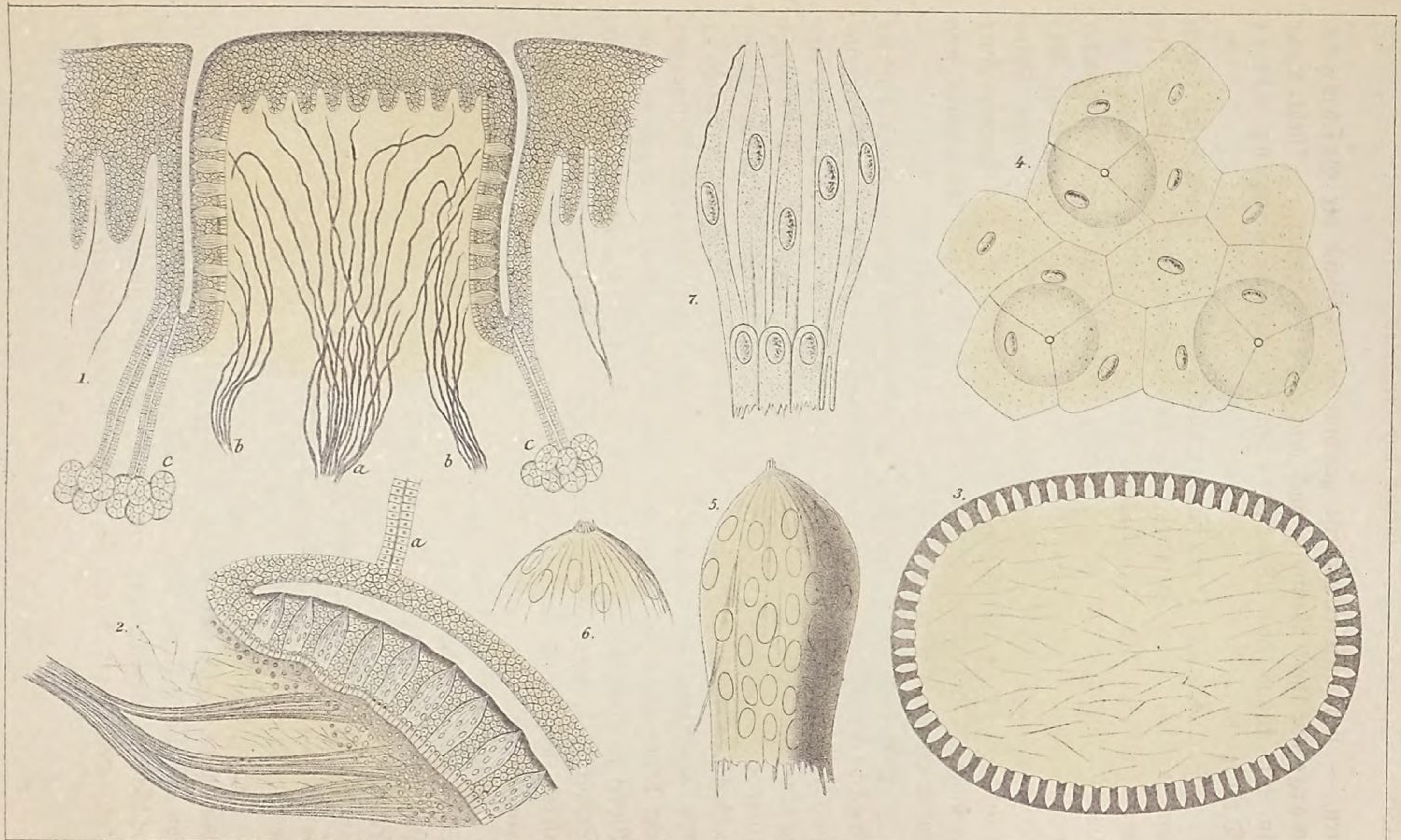
fen, — sieht diese reihenweise geordnet in der Wand der Geschmackswarze mit ihrer Oeffnung nach dem Spalt gerichtet, — sieht ferner in der Wand des Walles den Ausführungsgang einer Drüse: a.

Fig. 4. Der Querschnitt durch eine Geschmackswarze zeigt uns, daß die Warze eirund ist; der sie umgebende Wall ist entfernt. In der Wand der Warze liegen die kleinen Schmeckbecher ringsum. — Wie der Vergleich mit Fig. 1 ergibt, befinden sich in jeder Geschmackswarze etwa 7 solcher Schichten übereinander, — also ungefähr 500 Schmeckbecher. — Die Schmeckbecher öffnen sich alle mit ihren Mündungen in den Spalt zwischen Warze und Wall, wie die Kanonen einer Festung in den Wallgraben derselben. Sie stehen dicht gedrängt und haben gleichsam Schießscharten für ihre Mündungen.

Hebt man von der Seitenwand einer Geschmackswarze die oberste Schicht der Oberhaut (Pflaster-Epithelium) vorsichtig ab und betrachtet sie bei starker Vergrößerung unter dem Mikroskope, so sieht man die einzelnen vieleckigen, dicht aneinander liegenden, wie mit einem Kitt mit einander verbundenen Epithelialzellen (Fig. 4) und die zwischen ihnen befindlichen Oeffnungen für die Schmeckbecher. (Dieses Präparat ist von der Zunge des „Schweines" gemacht, an welcher die Oeffnungen sehr klein sind; beim „Menschen" sind sie mehr als noch einmal so groß. Vielleicht hängt davon eine minder deutliche Geschmacksempfindung beim Schweine ab, was das Thier befähigt, ohne Wahl allerlei Stoffe zu genießen, welche uns durch ihren Geschmack höchst widerlich und unangenehm sein würden.)

Unterzieht man sich der mühsamen Arbeit, einen einzelnen Schmeckbecher von den ihm umgebenden Zellen der dicken Schicht des Pflasterepithelium zu befreien (Fig. 5), so sieht man den Inhalt des Schmeckbechers durch seine äußere Wandung (wenn er eine solche besitzt) hindurchschimmern: in zarten Längsstrichen und Kernen, welche von sehr durchsichtigen, länglichen Zellen herrühren, aus denen die äußere Schicht des Inhalts besteht.

Es gelingt zuweilen, diese Zellen einzeln herauszuheben, Fig. 7. Man sieht dann, daß die im Schmeckbecher befindlichen Schmeckzellen von länglicher Form sind. Am Grunde des Bechers kurz und breit, wachsen sie allmälig lang und schmal, und ihre einzelnen Blätter an der Spitze vereinigend, bilden sie in ihrer Gesammtheit die Form einer läng-



Reclam der Leib des Menschen

Stuttgart: K. Thienemanns Verlag.

Die Geschmackswerkzeuge der Zunge

Art. Anst. v. E. Hochdanz, Stuttgart.

lichen, gefüllten Blüthe. Sie umschließen noch schmälere, feinere Zellen, weßhalb man die vorliegenden auch „Deckzellen" nennt.

Aus der Mündung des Schmeckbechers sieht man kleine Körperchen, wie Stiftchen oder Härchen hervorragen; sie bilden in der Oeffnung einen Kranz, der bald kleiner ist, Fig. 5, bald größer, Fig. 6.

Die hervorragenden Stifte sind die spitzen Enden der zu innerst liegenden Geschmackszellen, welche zum Theil nur aus einem langen, dünnen Stäbchen mit den Zellenkern bestehen und daher auch „Stäbchenzellen" oder „Stiftchenzellen" genannt werden. Je weiter sie nach außen im

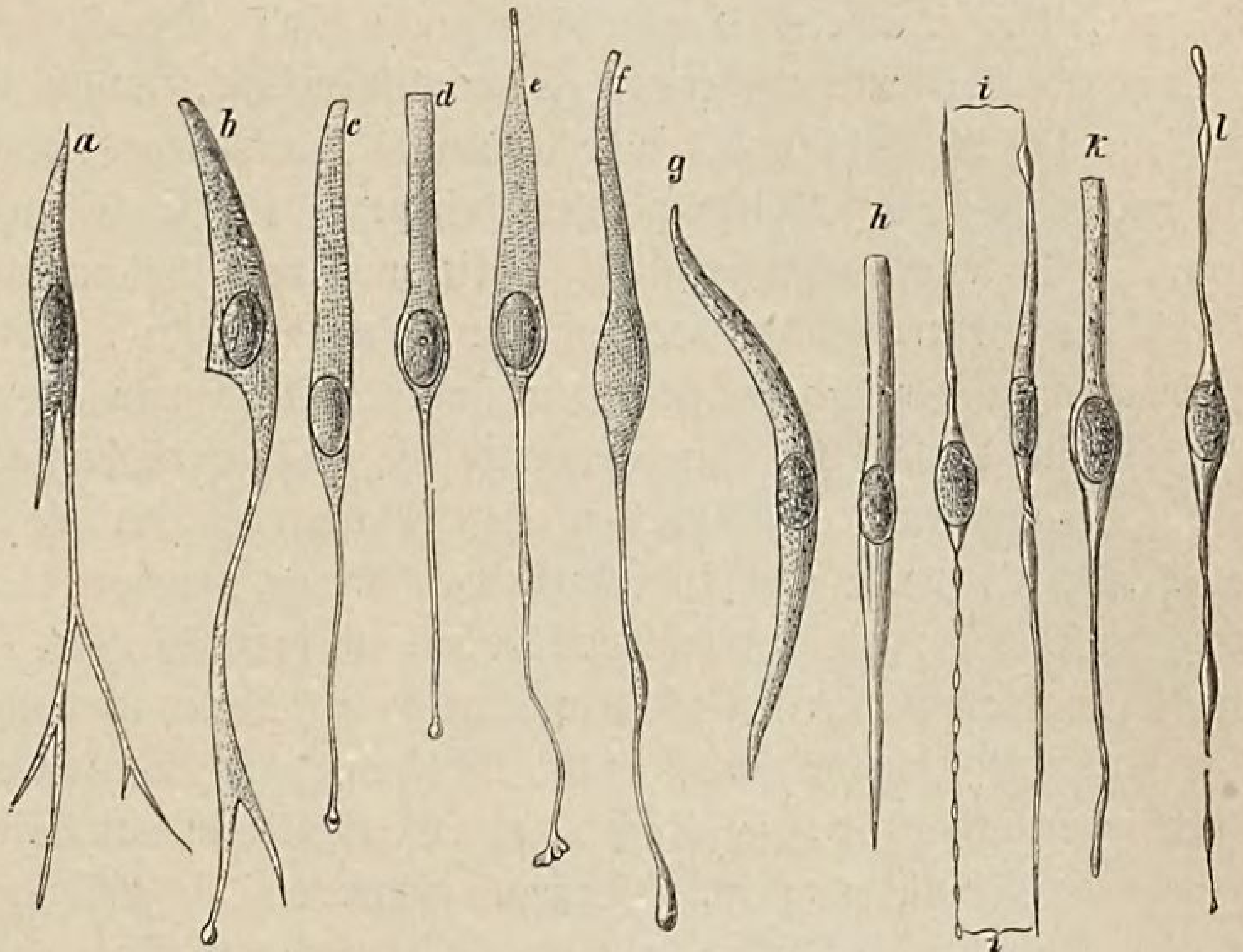


Fig. 153. Die Geschmackszellen im Innern der Schmeckbecher. (Vergr. 600.)

Innern des Schmeckbechers liegen, also unmittelbar unter den „Deckzellen" um so breiter sind sie und den Deckzellen ähnlich, Fig. 153, a b. Sie haben dann ähnliche wurzelartige Verlängerungen, wie die Riechzellen. Weiter nach innen werden sie schmäler und ihre unregelmäßige Form wird mehr einem Stäbchen ähnlich, Fig. 153, c d e f g h. Vermuthlich endet jedes derselben in eine feine Spitze, aber die zarten Organe sind so leicht verletzlich, daß auch bei der sorgsamsten Behandlung die Spitze zuweilen abgebrochen wird (b c d f h k). Der untere Theil ist ein feiner Faden, aus welchem am abgerissenenen Ende eine zähe Flüssigkeit hervor=

zuquellen scheint; der Faden verdickt sich an einzelnen Stellen und zeigt jene Formen, die man bei den Nerven als „variköse Verdickungen" bezeichnet, — kurz, er hat unter dem Mikroskope die größte Aehnlichkeit mit den feinsten Nervenfäden. Die innersten dieser Stiftchenzellen, Fig. 153, i l, verhalten sich auch im obern Theile auf gleiche Weise. — Man kennt diese Formen der Geschmackzellen und der Schmeckbecher erst seit dem Jahre 1868. —

Die Vorstellung, die man sich vom Vorgange der Sinnesempfindung beim Schmecken, also von der Art und Weise, wie schmeckende Substanzen auf die Nerven-Endkörperchen einwirken, — etwa machen kann, dürfte unseres Erachtens folgende sein: Der Innenraum des Schmeckbechers ist mit wässeriger Feuchtigkeit erfüllt, welche im gesunden Zustande alle Theile des Menschenleibes durchdringt, welche sich auch in und zwischen den Epithelialzellen befindet, die die Schmeckbecher umgeben; — in dieser wässerigen Flüssigkeit und von ihr umgeben befinden sich die zarten Gebilde der inneren Geschmackszellen, welche die letzten Endigungen der Geschmacksnerven sind. Sobald wir irgend eine Flüssigkeit in den Mund bringen, muß die auf der Oberfläche der Zunge sich ausbreitende Flüssigkeit in den Wallgraben der umwallten Warzen einfließen, wenn auch in sehr kleiner Menge, — dort mischt sie sich durch die Mündungen der Geschmacksbecher mit der wässerigen Flüssigkeit im Innern der Becher. Nach dem schon in der Einleitung erwähnten „Gesetze der Ausgleichung" muß diese Mischung um so stärker und energischer vor sich gehen, je größer der Unterschied in der Dichtigkeit zwischen beiden Flüssigkeiten ist. (Deßhalb schmecken die Lösungen von Zucker oder Salz um so stärker, je mehr sie Zucker oder Salz enthalten, d. h. je dichter und dicker die Flüssigkeit ist, und erscheinen uns leicht überzuckert und übersalzen durch das Uebermaß der Geschmacksempfindung.) Ebenso muß die Ausgleichung zwischen einer sauren Flüssigkeit, welche wir schmecken, und der alkalischen Flüssigkeit im Innern unserer Geschmacksbecher schneller und lebhafter vor sich gehen, als die Ausgleichung zwischen alkalischem Getränke und der Flüssigkeit im Innern der Schmeckbecher. (Deßhalb erscheint uns der Geschmack der Säuren scharf, und sehr leicht zu scharf, während uns Lösungen alkalischer Stoffe, wie Soda, Seife ꝛc., fade schmecken.)

Der nämliche Vorgang findet sich beim Schmecken fester Körper. Es sondert sich dann in den Mund aus den Speicheldrüsen und aus

den zahlreichen kleinen Drüschen, welche sich in den Spalt zwischen Geschmackswarze und Wall ergießen (Tafel VIII. Fig. 1, c), schnell und reichlich Flüssigkeit ab, und diese Flüssigkeit löst von dem Gekauten einen Theil auf; — dasjenige nun, was aufgelöst ist, „schmecken" wir. (Deßhalb schmecken wir nur diejenigen Stoffe, welche im Wasser löslich sind; deßhalb schmecken wir ferner um so besser, wenn der Mund mäßig feucht ist; schmecken fast gar nicht bei trockenem Munde; schmecken aber weniger fein, wenn wir während des Kauens Wasser im Munde haben und die schmeckenden Stoffe durch dieses übermäßig verdünnt werden.)

Mit Hülfe der Geschmacksbecher in den „umwallten" Warzen der Zunge schmecken wir. Es wurde bereits erwähnt, daß dies überhaupt die einzigen wirklichen Geschmacksempfindungen sind, welche wir besitzen; Wasser und Fett nehmen wir dadurch wahr, daß die Geschmacksempfindung verringert ist oder fehlt, während gleichzeitig bestimmte Tastempfindungen auf uns einwirken; die aromatischen Stoffe schmecken wir gar nicht, sondern riechen sie im hintersten Theile der Nase. Diese Vertheilung der Sinneswahrnehmungen beim Trinken und Essen an verschiedene Nerven und auf verschiedene Körperstellen hat für uns den Vortheil, daß wir einen mit Zunge und Nase zu untersuchenden Stoff zu gleicher Zeit auf sehr verschiedene chemische Bestandtheile prüfen können. Wenn man z. B. eine Weinsorte auf ihre Zusammensetzung prüfend kostet, so kann man recht gut unterscheiden: erstens den Gehalt an Wasser, Alkohol und Extraktivstoffen mit der ganzen Zunge, — zweitens die Menge der Säure mit Hülfe der Geschmacksbecher, sowie das Vorkommen etwaiger Bitterkeiten, eines Nachgeschmackes und dergleichen, — endlich drittens den allen Weinen gemeinsamen Weinäther und die der bestimmten Weinsorte eigenthümlichen Aetherarten, aus denen das sogenannte „Bouquet" besteht, mit Hülfe der Nase. Am genauesten wird man Wein nach diesen drei Richtungen mit dem Geschmacksorgane chemisch prüfen können, wenn man einen kleinen Strom der Flüssigkeit gerade über die umwallten Geschmackswärzchen leitet und dabei etwas Luft in den hintern Theil des Rachens und der Nase einzieht. (Die Weinküper, denen es gewerbsmäßig obliegt, den Wein zu kosten, haben bekanntlich dieses hier auf den Grund der Anatomie und Physiologie empfohlene Verfahren schon längst praktisch geübt. Hasenclever's bekanntes Bild „Die Weinprobe" zeigt das Verfahren.)

Die Empfindung für Wasser und Alkohol ist — wie eben erwähnt —

über die ganze Zunge verbreitet. Da daselbst eigentliche „Geschmacksbecher" nicht bekannt sind, so üben vermuthlich die „Tastnerven" diese Art der Geschmacksempfindung mit aus. Dies wäre leicht möglich, da es sich nur um Einsaugen von Wasser in die Tastpapillen oder um Entziehung desselben, also schließlich doch um eine Art Tastempfindung handelt, welche wir nur mit einer Geschmacksvorstellung verbinden, weil sie zufällig auf der Zunge vor sich geht. Hiernach wäre dann erklärt, weßhalb manche Stoffe anders an der Zungenspitze (d. h. mit Hülfe der Tastpapillen) und wiederum anders an der Zungenwurzel (d. h. mit Hülfe der Schmeckbecher) schmecken. — So ist (für mich) die Lösung von „Alaun", mit Hülfe eines weichen Pinselsaufgestrichen, auf der Zungenspitze nur zusammenziehend, an den Geschmack unreifer, saurer Aepfel erinnernd, — dagegen an der Zungenwurzel süßlich mit dem gleichzeitigen Gefühle des Herben, also ebenfalls zusammenziehend. „Schwefelsaures Natrum" (Glaubersalz) schmeckt (mir) an der Zungenspitze kühlend, dem Salpeter und dem Kochsalze ähnlich, — bei den Schmeckbechern aber bitter. Doch scheinen die Wahrnehmungen des Schmeckens und Riechens nicht bei allen Menschen völlig übereinzustimmen. —

Man hat es überraschend und unbegreiflich gefunden, daß oft Stoffe, welche nach Herkunft und Zusammensetzung nichts mit einander gemein haben, doch einen übereinstimmenden oder wenigstens sehr ähnlichen Geschmack auf unserer Zunge zeigen. So schmeckt z. B. der aus dem Zuckerrohre und den Runkelrüben gewonnene „Zucker" bekanntlich süß; eben diesen Geschmack hat „Glycerin", jener Stoff, welcher, mit einer Fettsäure verbunden, die Grundlage der Fette und fetten Oele bildet, und welcher wegen seines Geschmackes auch „Oelzucker" genannt wird, während doch Fett und Oel in unserem Munde die Geschmacksempfindung des Süßen erwecken; das „essigsaure Bleioxyd" endlich schmeckt ebenfalls so zuckerartig süß, daß man es früher zum Fälschen der Weißweine benutzt hat, um schlechtem, herbem Weine einen süßlichen Geschmack zu geben, wodurch in Frankreich einmal die Bewohner der Umgegend von Poitiers in großer Anzahl vergiftet wurden. Auf der andern Seite finden wir bittern Geschmack nicht nur im „Wermuthkraute" und in den Alkaloiden der „Chinarinde" und der „Weidenrinde", sondern auch in der „Galle" des Thierkörpers und in der „schwefelsauren Magnesia", welche sogar um ihres Geschmacks willen den Namen „Bittersalz" erhalten hat. Es ist wahr, daß wir keine Verwandtschaft zwischen dem Geschmack und den

übrigen Eigenthümlichkeiten dieser Stoffe aufzufinden vermögen. Allein bei den übrigen Sinnen widerfährt uns dasselbe. Welche Uebereinstimmung hat denn die blaue Farbe des Himmels und der Alpenseen mit dem Blau der Kornblumen und Schwertlilien, mit Indigo, mit dem aus einer Verbindung des Eisens mit der Blausäure bereiteten Pariserblau und dem schönen, aus dem Steinkohlentheer gewonnenen Anilinblau? Welche Eigenschaften verbinden das maigrüne Gletschereis mit dem gleich gefärbten Chlorophyll der jungen Baumblätter und dem giftigen arsenikfauren Kupferoxyd, dem Scheele'schen Grün? — Was macht die schwarzen Johannisbeeren den Wanzen ähnlich riechend, und was gibt der Veilchenblume, der im Harz häufig wachsenden Veilchenflechte und dem Urin eines Menschen, welcher Terpentin genossen hat, gemeinsamen Duft? — Wir vermögen eben die Ursachen für gemeinsame Sinnesempfindungen nur in den seltensten Fällen aufzuspüren, und müssen uns begnügen, eine Antwort auf unsere Fragen von der Zukunft zu erwarten.

Wichtiger für unser Wohlsein und unsere Erhaltung ist es, daß wir manche Stoffe an der Zungenspitze wenig oder gar nicht schmecken, an der Zungenwurzel aber sehr genau. So haben gerade wichtige Nahrungsmittel, Milch, Brod, Butter, Fleisch, im vorderen Theile der Zunge für uns keine Geschmacksempfindung, sondern erregen nur das Tastgefühl; wohl aber schmecken wir sie sehr deutlich, sobald sie der Zungenwurzel sich nähern, — dann aber werden sie auch von den Schlingorganen ergriffen und in den Magen befördert. Wir schmecken die meisten Speisen am deutlichsten im Augenblicke des Schluckens. So sichert das Behagen an der Geschmacksempfindung die Ernährung des Körpers.

Ueberhaupt scheint es, als ob wir viel deutlicher die Stoffe schmecken, indem sie von vorn nach hinten über die Zunge bewegt werden, als umgekehrt, wenn sie den Weg von hinten nach vorn zurücklegen. Das Gleiche findet bei der Nase statt; wir riechen die von außen eindringende Luft, aber wir riechen für gewöhnlich nicht die Luft, welche wir durch die Nase ausathmen.

Geruch und Geschmack haben mit einander vielfache Aehnlichkeit. Man nennt beide häufig die „chemischen" Sinne, weil sie nicht Form, Licht, Schallwellen empfinden (wie die „physikalischen" Sinne: Gefühl, Gesicht, Gehör), sondern unmittelbar den Stoff derjenigen Gegenstände, über welche sie uns bezüglich ihrer riechenden und schmeckenden Eigenschaften ein Urtheil verschaffen. Sie wirken daher nur in der Nähe durch

unmittelbare Berührung. Es geht Etwas von dem Gerochenen oder Geschmeckten in unser eigenes Ich, in unseren Körper über, und nur so viel, als in uns übergeht, können wir riechen und schmecken. In Folge dessen ist der Abscheu vor ekelerregenden, riechenden und schmeckenden Gegenständen mit Recht viel größer, als vor dem, was widerlich für das Hören, Sehen und Fühlen ist. In Folge dessen riechen und schmecken wir aber auch nur dasjenige, was in Wasser löslich ist, und soweit es in Wasser löslich ist: denn wässerig ist die Flüssigkeit unseres Innern, unserer Schleimhaut, und nur das kann Theil unseres körperlichen Selbst werden, was sich mit Wasser verbindet, und soweit es dies thut. Wir kennen daher nicht den Geruch des Kiesels, des Goldes und anderer für Wasser völlig unlöslicher Gegenstände.

Wegen dieser für uns nothwendigen Löslichkeit hängt die Stärke der Geruchs- wie der Geschmacks-Empfindungen ab: vom richtigen Grade der Feuchtigkeit auf der Nasenschleimhaut und in der Mundhöhle. — von der Menge der Riechstoffe in der Luft und der Geschmacksstoffe in dem Getrunkenen oder Gegessenen — und von der Bewegung der durch die Nase gezogenen Luft, des über die Zunge gleitenden Getränkes oder Bissens. — Wir riechen und schmecken in Folge dessen wenig, oft sogar nichts bei ganz trockener oder zu nasser innerer Nasenfläche, bei trockener Mundfläche oder aufgeschwollener Mundschleimhaut (das Erstere in fieberhaften Krankheiten, das Zweite, wenn der Katarrh der Nasenschleimhaut auf die Mundfläche sich überträgt. Wir nehmen ferner wenige Tropfen eines wohlriechenden Wassers in einem Zimmer nicht mehr mit dem Geruche wahr; wird aber ein Eßlöffel voll im Zimmer verspritzt, so empfinden wir den Wohlgeruch deutlich; wir schmecken kleine Krümel Zucker oder kleine Körnchen Salz in einem Glase Wasser nicht, aber größere Mengen machen das Wasser süß oder salzig. Nur wenige Riechstoffe und Schmeckstoffe sind in kleinster Menge und fast unbegrenzter Dauer wirksam. Ein einziger Tropfen mancher stark riechenden ätherischen Oele (Oenanthäther, Neroliöl) vermag einer ganzen Kufe reinen Wassers Geschmack und Geruch zu ertheilen, der, wenn auch schwach, doch so deutlich ist, daß derjenige ihn herausfindet, der nichts von der Beimengung wußte. Das auffallendste Beispiel ist der Moschus, welcher ebenso vielfach sich zertheilen läßt, als er anhaltend riecht; die Kaiserin Josephine, Gattin des Kaisers Napoleon I. von Frankreich, liebte ihre Gemächer und Kleider mit Moschusduft zu versehen, — und als längst

das Kaiserreich gefallen, als der Bürgerkönig Louis Philipp vertrieben und die 2. Republik in Frankreich eingezogen, da roch man noch in den ehemaligen Gemächern der Kaiserin Josephine beim Eintritt in dieselben den Duft des Moschus, obwohl diese Räume seitdem zu einer Bildergallerie verwendet worden waren. So kann dem Riechsinn die lange Dauer der Wahrnehmungen ersetzen, was ihm für räumliche Ausdehnung versagt ist. —

Wir kennen im Menschenleibe nur fünf verschiedene Sinnesempfindungen. Man hat oft die Frage aufgeworfen, ob es für Thiere noch andere Sinneswahrnehmungen gebe? — Eine Beantwortung dieser Frage ist für die Wissenschaft nicht möglich; doch gibt es allerdings noch Wahrnehmungen, welche auch wir zum Theil fühlen, wenn auch nur unsicher und gleichsam dunkel, — welche aber Thiere vielleicht bestimmter empfinden könnten. So haben wir ein anderes Gefühl nicht nur beim plötzlichen Wechsel des Luftdruckes auf hohem Berge und in der Taucherglocke, bei hoch und niedrig stehendem Barometer, sondern auch beim Wechsel der elektrischen Spannungen. Wir fühlen uns anders vor einem Gewitter und nach demselben; — nervenreizbare Personen hängen in ihren Stimmungen ab vom Grade der Feuchtigkeit und der Trockenheit der Luft, bei welchem auch die Verhältnisse der Elektricität verschieden sind. — Es ließe sich ferner wohl vermuthen, daß es Geschöpfe gebe, welche für magnetische Strömungen eine Empfindlichkeit in ihrem Körper besitzen. Die Thiere scheinen ein Gefühl der Himmelsgegend zu haben, denn nur so kann man es sich deuten, daß Wandervögel, welche jahrelang im Bauer gehalten wurden, zur Herbstzeit freigelassen, ihren Flug genau in der Kompaßrichtung nach Süden schräg über Straßen und Dächer hinweg nehmen, wie dies wiederholt beobachtet wurde.

Allein wir wissen nichts von diesen „Möglichkeiten", und es ist leere Spielerei, darüber zu grübeln. Das eine wissen wir aber ganz bestimmt, daß in der Hauptsache ein Mensch organisirt ist wie der andere, daß also kein einziger Mensch Organe und Sinne besitzen kann, welche sehr wesentlich von den Organen und Sinnen anderer abweichen, — daß also alle diejenigen, welche einen „sechsten Sinn" zu haben vorgeben und welche mit dessen Hülfe entweder in der Ferne in anderen Zimmern, anderen Straßen oder Städten gleichzeitig geschehende Dinge zu sehen behaupten, — oder welche Vergangenes oder Zukünftiges nach Willkür wissen zu können sich rühmen, — oder welche Bücher und Briefe mit

der Magengegend wollen lesen können, — daß diese allesammt Betrüger sind, entweder Andere betrügend oder selber sich betrügend! —

Einen Sinn haben wir jedoch, denn man den sechsten nennen könnte, den Sinn für die Zeitdauer.

Die Wahrnehmungen für Raum und Zeit sind nicht an besondere Sinnesorgane gebunden. Für den Raumsinn treten vorzugsweise die Sehorgane und alle zum Tasten benutzten Körpertheile, sowie die empfindende Oberfläche unserer Körperhaut ein; — der Zeitsinn dagegen macht sich bei allen fünf Sinneswahrnehmungen beinahe gleichmäßig geltend. Die Auffassung der Zeitdauer übertrifft sogar in mancher Beziehung die Auffassung derjenigen Sinnesempfindung, mit welcher sie sich verbindet, an Schärfe. So können wir z. B. die Stärke oder Schwäche der Sinnesempfindungen nicht so genau beurtheilen, als die Wahrnehmungen für Zeit und Raum. Während sich verschiedene Empfindungen des Lichtes, des Schalles, verschieden schmeckende Gegenstände unter einander nicht gut in Bezug darauf vergleichen lassen, ob sie stärker oder schwächer empfunden wurden, als frühere Lichtempfindungen, Gehörseindrücke und Geschmackswahrnehmungen, können wir dagegen an die Wahrnehmungen für Zeit und Raum einen bestimmten Maßstab anlegen. Eine 2 Zoll lange Linie gibt unserem Auge ein doppelt so langes Bild, als bei gleicher Entfernung eine nur 1 Zoll lange; die erstere berührt daher auch die doppelte Zahl der Empfindungsnerven. Der Gehörseindruck eines gesungenen oder geblasenen Tones einer ganzen Taktnote dauert doppelt so lange Zeit als der Ton einer halben Taktnote. Wir können also die Wahrnehmungen des Raumes und der Zeit mit mathematischen Hülfsmitteln in Bezug auf ihre Größe messen. Wie steht es nun um die Messungen, welche wir in unserm Innern ohne äußere mathematische Hülfsmittel, mit Hülfe des Gedächtnisses und des Urtheiles ausführen?

Die Größe einer empfundenen Zeit (deren Anfang und Ende durch zwei Schläge auf eine Glasplatte angezeigt worden, und welche in der Dauer zwischen $^1/_4$ bis 8 Sekunden schwankt) kann man, nachdem die Schläge verklungen sind, auf einer sich drehenden, mit Papier überzogenen Trommel eintragen, welche das Zeitmaß in ein Raummaß umsetzt, wie wir dies bei den Nerven schon besprochen haben. Hierbei ergibt sich, daß man die kleinsten Zeiten immer größer, die längeren Zeiten immer kleiner wiederholt, — man überschätzt also in der Erinnerung kurze Zeitdauer und unterschätzt längere.

Vergleichung von Zeitgrößen mit Hülfe des Metronoms, — Wahrnehmung von Zeitgrößen an sich und Abschätzung der eben empfundenen, — Geschwindigkeiten des Sehsinnes und der Willensbewegung — bringen uns eine Reihe von Täuschungen über die Wahrnehmung von Raum und Zeit, welche sich regelmäßig wiederholen, welche also aus der Regelmäßigkeit ihrer Fehler uns beweisen, daß die sinnliche Wahrnehmung und Vorstellung der Zeitdauer auf eine regelmäßige und bestimmte Weise vor sich geht. Die Entstehung des Zeitsinnes ist schwer zu erörtern; es genügt wohl der Hinweis, daß Gedächtniß und Stoffumsatz sich verbünden müssen, um uns Zeitdauer zum Bewußtsein gelangen zu lassen.

Indem wir von jetzt ab die Betrachtung der „Sinne" und ihrer Verrichtungen verlassen, um zu denen der „Ernährung" des Menschenleibes überzugehen, — verlassen wir auch dasjenige Gebiet, welches nach der alten phylosophischen Anschauung (wie sie jetzt Gemeingut der Gebildeten geworden zu sein pflegt) das Ideale im Thun und Lassen des Menschen umschließt, während die andere Hälfte der Thätigkeiten das Materielle ausmachen soll.

Man irrte sich in dieser Scheidung. Wer unserer ruhigen, nur auf Erkenntniß der Wahrheit gerichteten Darlegung vorurtheilslos gefolgt ist, der wird sich wol überzeugt haben, daß die „Verrichtungen zum Zwecke des Seelenlebens" (wie man die Thätigkeiten des Hirnes und der Sinne ehedem nannte) ebenso thatsächlich reale, wirkliche, materielle Grundlage in der Nervenverrichtung haben, wie die sogenannten „vegetativen Thätigkeiten" zum Zwecke des Körperlebens (wie man früher Verdauen, Blutleben, Athmen, Absondern bezeichnete). Beide sind an Zeit, Raum und Körpertheile gebunden; — beide beruhen auf Umänderung der Nährstoffe; — beide hängen von unserem Wohlsein ebenso ab, wie sie es bedingen. Der „Gedanke" ist nichts rein „Uebersinnliches" mehr, sobald wir wissen, daß er nicht ohne sinnliche Grundlage zu Stande kommt.

Denken, fühlen, bewegen, sprechen sind alle vier: gleichmäßig „sinnlich", was ihr Entstehen anbelangt, — gleichmäßig „übersinnlich" als Erfolg (Resultat) der sie hervorbringenden Vorgänge im Menschenleibe. Jede dieser Thätigkeiten bedarf bestimmter Organe von bestimmter Form und Mischung. Wir kennen kein Beispiel, daß ohne diese Organe Jemand gedacht, gewollt, sich bewegt, gesprochen hätte. — Wer uns ein-

wirft: daß diese Unkenntniß eines Beispiels nur die menschliche Erfahrung begrenze, nicht die möglicher Weise noch irgendwo und irgendwie vorhandenen anderweiten Entstehungsarten, — leugnet damit alles menschliche Wissen, jede menschliche Wissenschaft.

Es ist gewiß nicht zu bestreiten, daß Eskimo und Lappen die Wunder des Tropenwaldes als ein Märchen belächeln, — so wenig als, daß die Eingeborenen der Südseeinseln vergeblich sich von den arktischen Regionen eine Vorstellung zu bilden trachten werden. Der Streit des Blinden über Farben und des Tauben über den Wohllaut der Töne sind beide gleich müßig. — Eben diesen müßigen Streit und dieses Aburtheilen über Dinge, welche der Wahrnehmung und der Beurtheilung entzogen sind, wünscht die Naturwissenschaft zu vermeiden, indem sie *ihrem* Urtheile nur das unterwirft, was sie mit *sinnlicher Wahrnehmung* zu beobachten und, und darauf gestützt, durch *einfache Schlußfolgerung* nach seinem *ursächlichen Zusammenhang* zu erklären vermag.

Mit diesen Hülfsmitteln hat sie auf dem Wege der langsamen, mühevollen, stetigen Arbeit sich das Recht erkämpft: über *Denken* und *Sinneswahrnehmung* als über körperliche Vorgänge zu urtheilen. Sie ist sich aber der ihr gezogenen Schranke bewußt; sie will und wird ihr Urtheil nicht über Zeit und Raum hinaus gehen lassen, wo es der Grundlage entbehrt. — Ob es eine übersinnliche Welt gibt, — darüber vermag die „Naturwissenschaft" nicht zu urtheilen, und Niemand kann mit ihren Hülfsmitteln und Erfahrungen das Vorhandensein einer solchen beweisen oder leugnen. *Wir* haben im Menschenleibe und in der großen Natur genug zu arbeiten, und genug zu lernen am sinnlich Wahrnehmbaren! —

Die Endorgane des »*Geruchsnerven*« sind durch *Ecker*, *Eckhard* und *Max Schultze* (Monatsberichte der Berliner Akademie, 1856) genau bekannt geworden. Untersuchungen über die Schärfe des Geruches verdanken wir *Valentin* (Lehrbuch der Physiol. Bd. 2). Die vorübergehende Unterdrückung des Geruches durch laues Wasser hat E. H. Weber nachgewiesen (Müller's Archiv 1847). Den Einfluss der Richtung des Luftstromes in der Nase auf Stärke der Empfindung zeigten (*Meyer* (Physiol. Anatomie, Bd. 2) und *Bidder* (Wagner's Handwörterbuch, Bd. 2).

Ueber das »*Geschmacksorgan*« arbeiteten: *Bidder* (Wagner's Handwörterbuch Bd. 3), — *Horn* (Ueber den Geschmackssinn. Heidelb. 1825); —

Schirmer (De gustu. Greifsw. 1856), — Valentin (Lehrb. Bd. 2). — Die Endorgane der Geschmacksnerven und die Geschmackswärzchen untersuchten Lovén (Arch. f. Mikroskop. Anat. 1868, IV, 1), — G. Schwalbe (Ebd. 1868, IV, 2) und Letzerich (Virchow's Archiv, 1868, V, 1); — Unsere eigenen Beobachtungen stimmen mit den Angaben Schwalbe's überein, dessen intructive, halb schematische Zeichnungen mit einigen nicht wesentlichen Aenderungen die »Tafel VIII« wiedergibt. — Wyss hat in der Zunge der Kaninchen ausser umwallten Warzen auch »Schleimhautfalten« mit Geschmacksbechern gefunden. (Centralbl. für die med. Wissensch. 31. Juli 1869.)

Näheres über den »Sinn für Zeitdauer« findet man in: Vierodt, der Zeitsinn nach Versuchen (Tübingen 1868.).

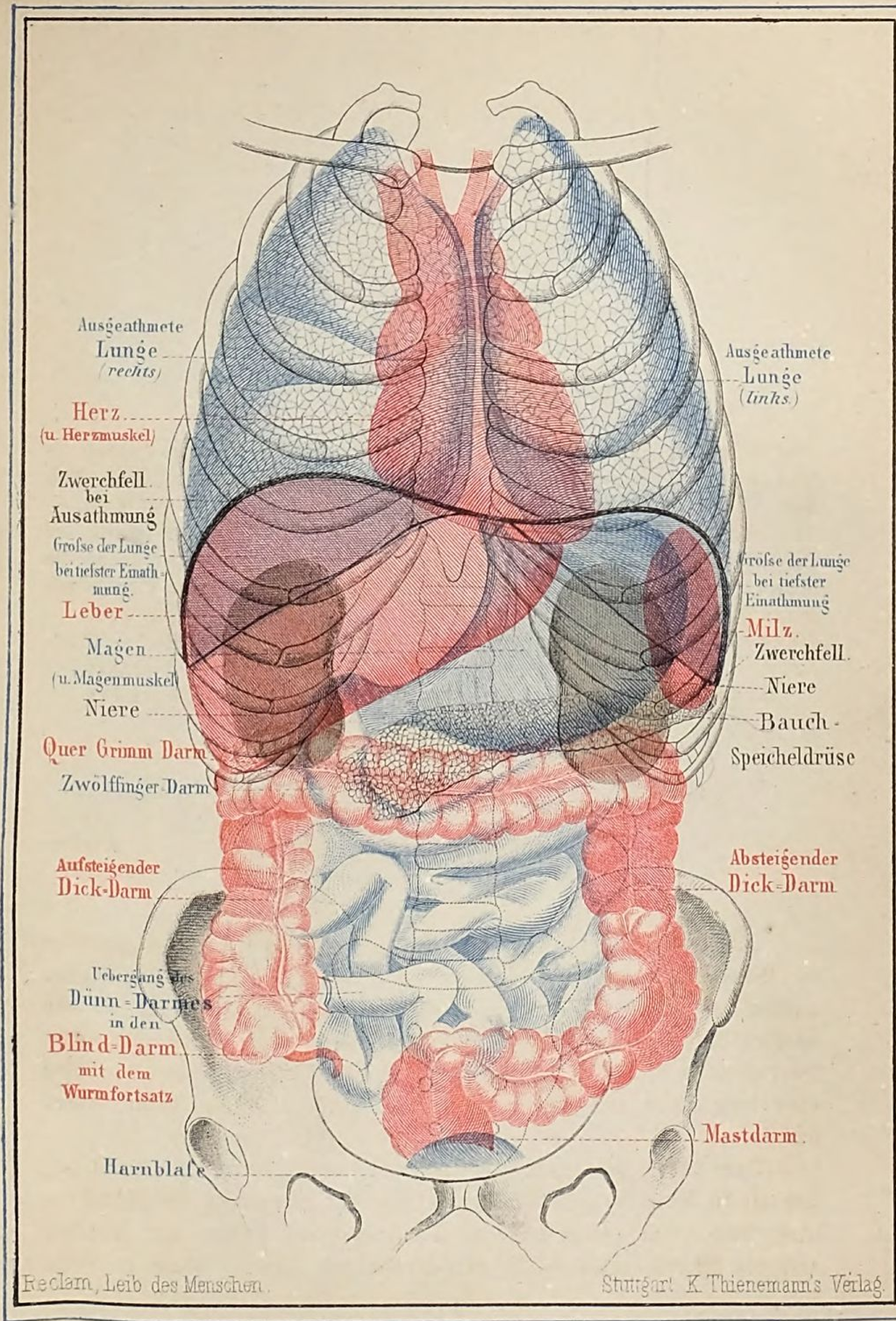
Verdauung der Speisen.

[Die Vorgänge der Ernährung; das Verdauen; die Verdauungs-Organe. — Kauen: Zähne; Zahnwechsel; Entwickelung der Zähne; Form der Zähne; Diätetik. — Einspeicheln und Formen des Bissens; Beimengen der Luft. — Das Schlucken: mit Zunge und Zungenwurzel; im Schlunde; mittelst der Speiseröhre. — Der Magen: Nachweis seiner Bewegungen; Verdauung im Magen; Lage des Magens im Leibe des Menschen: Versorgung des Magens mit Blut; Diätetik. — Zwölffingerdarm; Bauchspeicheldrüse; Leber; Galle. — Dünndarm: Bewegungen, Gekröse und Bauchfell; Zotten; Drüsen. — Dickdarm. — Nutzen des Blinddarmes und des wurmförmigen Fortsatzes. — Bauchpresse; Erbrechen; Kothentleerung; Diätetik. — Zeitdauer der Verdauung.]

Wir Alten haben uns mehr als recht
Mit Idealen herumgeschlagen;
Dafür reitet dies junge Geschlecht
Doch auch etwas zu sehr auf dem — „Magen."
(Gottfr. Kinkel.)

„Dem Willen des Steuermannes und des Maschinisten gehorchen die Bewegungen des Dampfbootes. Der geistige Einfluß aber, ohne welchen das Schiff sich nicht in Gang setzen oder ohne welchen es am nächsten Riff zerschellen würde, — er lenkt, aber er bewegt nicht; zur Fortbewegung bedarf es der physischen Kraft, der Steinkohlen, — und ohne diese bleibt das Schiff auch beim stärksten Willen seiner Lenker todt." —

Diese Worte des berühmten Entdeckers der Mechanik der Wärme (a) sind oft in Vergleich gebracht worden mit den Vorgängen im Menschenleibe; bald, weil ebenso wie das Dampfboot von Kohlen und Wasser, auch der Mensch abhängig ist von Speise und Trank, sobald er Kraft



Die Lage der inneren Organe

des menschlichen Leibes.

Art. Anst. v. E. Hochdanz, Stuttg.

entwickeln will, — bald um die Oberherrschaft unseres geistigen Seins über die Körperbewegungen mit dem Willen des Steuermanns und Maschinisten zu vergleichen. Allein von diesen beiden Vergleichen paßt nur der erstere. Unzweifelhaft bedürfen Mensch (oder Thier) und Maschine in gleich hohem Grade der Stoffzufuhr: denn beide entwickeln im Wesentlichen auf eine sehr übereinstimmende Weise aus dieser Zufuhr die lebendige Kraft, wie wir später bei den Bewegungen nachweisen werden. Nicht mit Unrecht sagt man daher, daß die Dampfmaschine mit Kohlen und Wasser „gespeist" werde.

Aber der zweite Theil des Vergleiches hinkt. Wir haben keinen außer uns befindlichen Steuermann und Maschinisten in unserem Leibe, wie das Dampfboot in dem seinen, sondern es ist unser Gehirn und unser Nervensystem, welche denken, wollen, uud lenken, — es sind Theile unseres eigenen Ichs in untrennbarer Wechselbeziehung mit den lebenden Bewegungsorganen stehend, — genährt und gekräftigt durch dieselben Mittel wie diese. — Auf dem Schiffe wird die Maschine mit Kohlen und Wasser gespeist; Steuermann und Maschinist würden sich für solche Speisung höflichst bedanken. Im Leibe des Menschen dagegen werden feste und flüssige Nahrungsmittel in eine und dieselbe Oeffnung, den Mund, gebracht, sowol für die bewegenden, als für die lenkenden Theile, — eine und dieselbe Nahrung nährt und kräftigt das Schiff wie den Steuermann. Das Wollen und Lenken ist ja auch eine Arbeitsleistung unseres Körpers, wie das Bewegen. Beide bedürfen in gleicher Weise: einer gewissen „Zeit", bestimmter „Organe" und der „Stoffzufuhr". Von der Verarbeitung der aufgenommenen Nährstoffe durch den Stoffwechsel hängen in gleicher Weise ab: der Mechanismus der Bewegung und der Mechanismus des Denkens. — Wir haben also keinen Steuermann als Lenker unserer Bewegungen in uns, — sondern wir selber sind der Steuermann und die Bewegungsmaschine zu gleicher Zeit. — Das ist einer der großen Unterschiede zwischen der von Menschenhänden gebauten „Maschine" und dem durch eigenes Wachsthum sich aufbauenden lebenden „Organismus" (vgl. S. 147). —

Die Vorgänge der Ernährung, durch welche der Leib des Menschen in den Stand gesetzt wird, lebende Kraft zu entwickeln, sind folgende. Wir nehmen Speise und Trank in uns auf, ein Theil derselben geht in das Blut über, — durch das Athmen gelangt Sauerstoff in das Blut und aus dem Blute erhalten die lebensthätigen Körper-

organe die zu ihrer Ernährung nöthigen Stoffe, — worauf die bei der Thätigkeit verbrauchten wieder aus dem Körper entfernt werden.

In groben Zügen haben wir also für die Ernährungsorgane drei Gruppen: zuerst die Einfuhr der Nährstoffe in den Verdauungskanal und deren Verarbeitung daselbst; — zweitens den Stoffwechsel im Blute, abhängig von der Blutmischung, der Sauerstoffeinathmung und der Arbeitsleistung der Organe; — drittens als Ende der Reihe die Ausscheidung des Unbrauchbaren und des Verbrauchten.

Diese drei Gruppen des Ernährungsvorganges werden wir auf den nachfolgenden Blättern betrachten. Es wird sich im Einzelnen manche bedeutsame Abweichung von diesen gleichsam im Groben angegebenen allgemeinen Zügen ergeben; allein zur Uebersichtlichkeit des Ganzen dient es wesentlich, wenn wir vorläufig die Ernährung in der angegebenen Weise und in der Reihenfolge der drei erwähnten Gruppen auffassen. —

Die Verdauung besteht also darin, daß Speise und Trank in den Verdauungskanal eingeführt werden und in diesem eine solche Umänderung erhalten, daß sie ganz oder zum Theil in das Blut übergehen können. Es versteht sich von selbst, daß Brod und Fleisch nicht in der Gestalt, in welcher wir sie in den Mund bringen, auch in das Blut übergehen. Hier kommen wir wieder zu einem der Unterschiede zwischen Körper und Maschine; die letztere kann Kohlen und Wasser ohne weiteres verwenden und verbrauchen; der lebende Körper dagegen bedarf erst einer Umänderung dieser Stoffe. Man erkannte dies schon seit Langem und glaubte bis um das Jahr 1840, daß die Nahrung in den Verdauungsorganen so umgewandelt würde, daß sie dem Menschenkörper ähnlich gemacht werde. Man bezeichnete damals den Vorgang der Verdauung als eine „Assimilation" (d. h. Verähnlichung) der Nährstoffe. Jetzt weiß man aus den Forschungen der Chemie, daß ein Theil der genossenen Speisen bereits den Stoffen ähnlich ist, aus welchen der Menschenleib sich aufbaut, daß also eine chemische Umänderung zum Zwecke der Assimilation nicht mehr nöthig ist. Ja wir werden sogar sehen, daß einzelne Speisen und Getränke unmittelbar in das Blut übergehen; andere dagegen müssen zweckdienlich verändert werden, und zwar besonders in ihrer Form. Damit die Nährstoffe in die Blutflüssigkeit gelangen können, haben sie durch die dünnen Wände der Blutgefäße hindurch zu gehen, ähnlich wie Flüssigkeiten durch ein Seihtuch oder durch Filterpapier hindurch gelangen. Sie müssen also selbst in einen flüssigen Zustand kommen. — Die nächste Aufgabe unserer

Verdauungsorgane ist: die genossenen festen Stoffe aufzulösen, so daß sie die Form einer flüssigen Lösung erhalten. Zu diesem Zwecke dienen die von den Verdauungsorganen abgesonderten Verdauungssäfte. Wie man Zucker in Wasser auflöst, Harz in Spiritus, Wachs in warmem Oel u. s. w., so ähnlich löst sich ein Theil unserer Nahrungsmittel in den Verdauungssäften auf. Dasjenige, was sich auflöst oder den Verdauungssäften sehr fein vertheilt beimischt, dient zur Ernährung, d. h. es geht in das Blut über.

Das Verdauen der Speisen besteht mithin in nichts Anderem, als in Umwandlung der nährenden Bestandtheile aus „fester" in „flüssige" Form.

(Alle Speisen und Getränke, welche wir genießen und welche uns ernähren, gelangen in das Blut. Es ist daher eine durchaus irrige Redeweise, wenn man von irgend einem Nahrungsmittel vorzugsweise behauptet: „es gehe in das Blut", wie manche Personen z. B. vom Rothwein zu sagen pflegen. Wasser, Zucker, Brod, Käse, Fleisch gehen genau ebenso in das Blut, wie Rothwein; ihre Wirkung ist nur eine andere, wie später besprochen werden soll.)

Die Verdauungsorgane bestehen aus einer langen Röhre von Haut und Fleischfasern, welche an verschiedenen Stellen von verschiedener Weite ist oder Ausbauchungen und Anhänge hat; die Röhre beginnt am Munde, setzt sich ununterbrochen durch den ganzen Körper fort und endet am After.

Den Verlauf dieses Rohres zu verfolgen, dient uns zunächst Tafel V, VI, „die inneren Organe des Menschen", auf welcher wir wahrnehmen, wie Mund und Nasenhöhle das lang herabhängende Zäpfchen des Gaumens zwischen sich nehmend gemeinsam übergehen in den für gewöhnlich engen Schlund, auch Rachenhöhle genannt, und sich dann hinter dem Kehlkopfe fortsetzen in die Speiseröhre, welche, unmittelbar vor der Wirbelsäule des Halses und der Brust liegend, herabsteigt gegen den Bauch und hinter der Leber durch eine Oeffnung des Zwerchfelles hindurchtretend in den Magen einmündet. — Von hier aus verfolgen wir den weitern Verlauf der Verdauungsorgane besser auf Tafel I, „die Lage der innern Organe des menschlichen Leibes"; diese Tafel zeigt uns in der Mitte des (als starker schwarzer Strich angegebenen) Zwerchfelles den Eintritt des unteren Endes der Speiseröhre in den (auf der Tafel in blauer Farbe gezeichneten) Magen, oder richtiger die Erweiterung,

welche das Verdauungsrohr da erfährt, wo es aufhört den Namen Speiseröhre zu führen und Magen genannt wird. Der **Magen** liegt im Körper unter dem Zwerchfelle, mit seiner sackförmigen Erweiterung nach links, und setzt sich gegen die rechte Seite hin (also auf der Tafel links vom Beschauer) in den **Zwölffingerdarm** fort, — eine Darmschleife, welche das Verbindungsglied zwischen Magen und Dünndarm bildet und welche ihren Namen im Mittelalter von den Anatomen deßhalb erhielt, weil sie nur 12 neben einander gelegte Querfinger Länge hat. In den Zwölffingerdarm ergießt sich die Galle, welche von der im Körper rechts unter dem Zwerchfell gelegenen (auf der Tafel roth gezeichneten) **Leber** abgesondert wird, sowie die von der **Bauchspeicheldrüse** abgesonderte Flüssigkeit; letztere Drüse (auf der Tafel schwarz gezeichnet) liegt im Körper quer mit dem freien Ende nach links unterhalb der 8. und 9. Rippe. — Der **Zwölffingerdarm** setzt sich fort in den **Dünndarm**, ein langes Darmstück, dessen Eigenthümlichkeiten uns später noch beschäftigen werden. In vielen Windungen und unregelmäßig gebogenen Schleifen liegt der Dünndarm, einen großen Theil der Bauchhöhle ausfüllend, bis er vor dem rechten Hüftbein übergeht in den **Dickdarm**. (Auf der Tafel ist der Dünndarm blau gezeichnet, der Dickdarm roth; man sieht den „Uebergang des Dünndarmes in den Blinddarm" links auf dem untern Theile der Tafel.) Der Dickdarm wird an dieser Stelle „**Blinddarm**" genannt, weil er etwas unterhalb der Verbindungsstelle mit dem Dünndarme blind endet, indem er, ähnlich wie der Magen, eine kleine sackförmige Erweiterung bildet; an derselben setzt sich ein kleines, nicht viel mehr als fingergroßes, ebenfalls blind endigendes Darmstück an, welches man seiner Gestalt und Größe wegen den „**Wurmfortsatz**" nennt. Von dieser Stelle steigt auf der rechten Seite unseres Leibes der Dickdarm in die Höhe, wird daher auch „aufsteigender" Dickdarm genannt, geht dann hinter dem Nabel (vgl. Taf. V, VI) querüber auf die linke Körperseite und wird in diesem Theile „Quergrimmdarm" genannt, und steigt an der linken Körperseite herab als „absteigender" Dickdarm, krümmt sich nach hinten in der Form eines S und tritt dann hinter der **Harnblase** zum **After**.

Den langen Weg durch diese vielfachen Windungen und Schlingen, mit denen das lange Darmrohr in unserer Bauchhöhle gleichsam eingeschachtelt liegt, muß jeder Bissen, den wir genossen haben, durchwandern. Unterwegs kommt derselbe mit den von der Darmwand, von den vielen

in ihr befindlichen Drüschen von Leber, Pankreas u. s. w. abgesonderten Flüssigkeiten in innige Berührung, und es wird, was Nahrhaftes in dem Bissen ist, aufgelöst und ausgelaugt.

Das Verdauungsrohr des Menschen in seiner ganzen Länge vom Munde bis zum After hat überraschende Länge, denn es übertrifft bei jedem normal gebildeten Menschen die Gesammtlänge seines Körpers etwa fünfmal, so daß also ein Mensch von 5 Fuß Körperlänge für seine Speisen einen Verdauungsweg von nicht weniger als 25 Fuß besitzt. (Thiere haben sehr verschiedene Darmlängen, Fleischfresser einen kurzen, Pflanzenfresser einen langen, so daß z. B. der Darm der Katze 3—4mal so lang ist, als der Körper des Thieres, während der Darm des Schafes 30mal die Thierlänge übertrifft. Der Mensch steht also rücksichtlich seiner Darmlänge zwischen den ausschließlich Fleisch und den ausschließlich Pflanzenkost fressenden Thieren.)

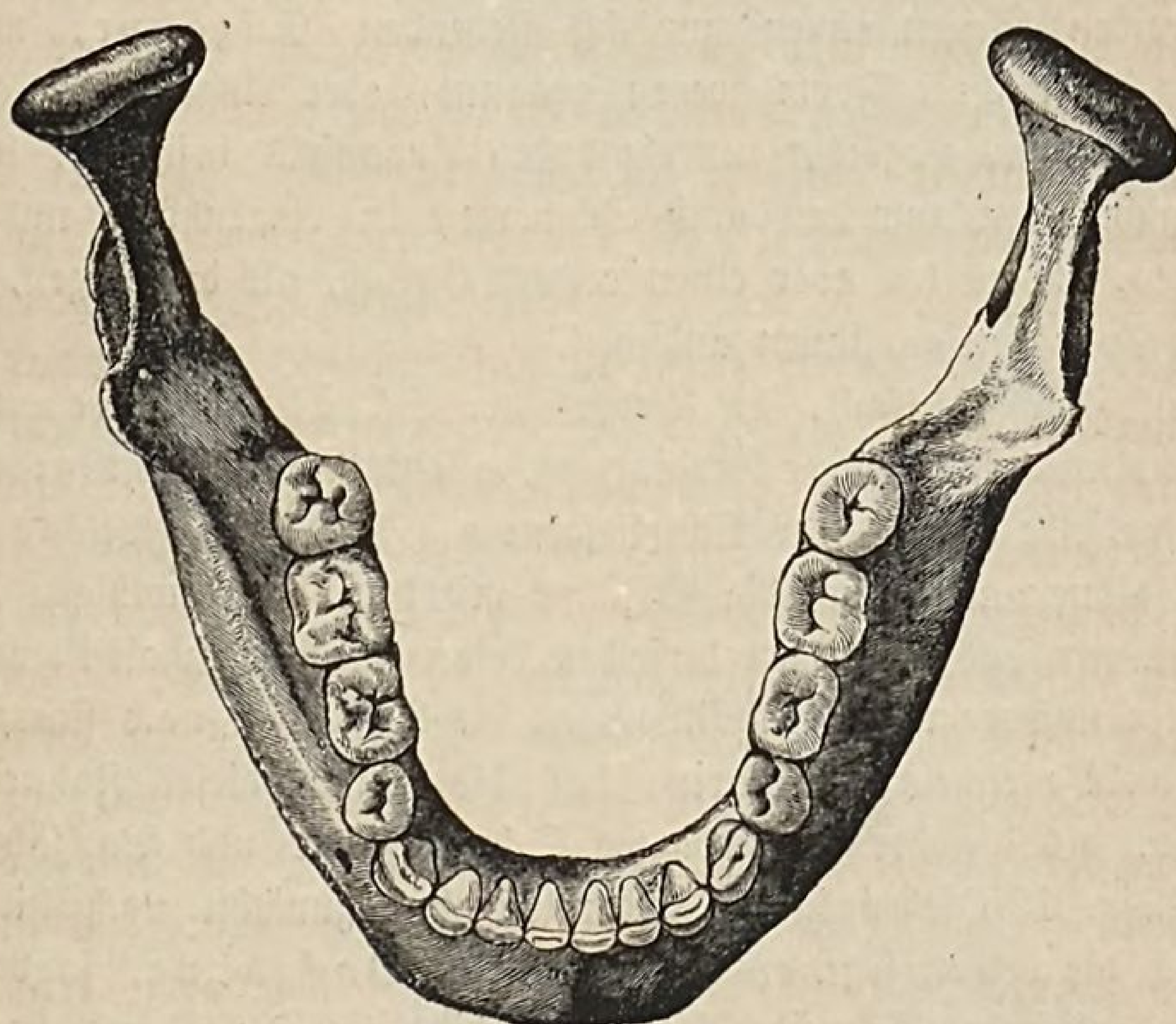


Fig. 154. Die untere Kinnlade, von oben gesehen.

Um die Thätigkeit unseres Verdauungsorganes im Einzelnen kennen zu lernen, wollen wir einen Bissen auf seinem Wege vom Anfang bis zum Ende des Verdauungsrohres verfolgen. Wir werden

hierbei zunächst die Bewegungen der einzelnen Theile und die Wirkungen dieser Bewegungen kennen lernen: also die mechanische Arbeit der Verdauungsorgane; hierauf wollen wir dann den Einfluß der Verdauungssäfte auf Lösung der einzelnen Nährstoffe betrachten: also die chemische Arbeit.

Einen „Bissen" wollen wir verfolgen. Ein Stück Brod oder ein Stück Fleisch ist an sich kein „Bissen", sondern wir müssen ihm diese Benennung erst gewähren, indem wir es mit unseren Zähnen bearbeiten, d. h. abbeißen und zerkleinern. Das Abbeißen besorgen die Schneidezähne, deren wir 4 in der obern und 4 in der untern Kinnlade besitzen. Die unteren Schneidezähne stehen etwas hinter den oberen Schneidezähnen, und letztere greifen über den freien Rand der unteren hinweg, so daß, wenn der Unterkiefer mit einiger Gewalt gegen den Oberkiefer genähert wird, die dicht neben einander vorbei sich bewegenden oberen und unteren Schneidezähne in der Art einer „Gartenscheere" wirken und beim Abbeißen einer festen Speise einen Theil davon abtrennen. Es helfen ihnen hierbei die zu beiden Seiten ihnen zunächst stehenden Eckzähne, wol auch Hundszähne ihrer Form wegen genannt, oder Augenzähne, weil sie im Oberkiefer sich ungefähr unterhalb des Augapfels befinden, und weil bei Zahnschmerzen zuweilen auch Schmerzen in Augenhöhle und Augen vorkommen. Dies hat aber einen andern Grund, als denjenigen, welchen man im Volke vielfach ihnen andichtet.

Man glaubt vielfach, die Nerven der Eckzähne stünden mit dem Sehnerven in unmittelbarer Verbindung, allein dem ist nicht so; vielmehr versorgt derselbe Nerv, der Oberkiefernerv (Fig. 155), welcher zu den übrigen Zähnen geht, auch die Eckzähne mit den ihnen nöthigen Nervenfasern. Wenn das Ausziehen derselben besonders schmerzhaft ist und lange andauernde unangenehme Empfindungen im Oberkiefer nach sich zieht, so liegt es wohl vielmehr nur darin, daß die Wurzel dieses Zahnes etwas länger ist, als die der benachbarten Schneidezähne und Backzähne, wie man in Fig. 155 sehen kann. Dem Eckzahne zunächst nach hinten befinden sich die beiden sogenannten falschen Backzähne, so bezeichnet, weil sie, ähnlich den Schneidezähnen, nur eine einfache Wurzel haben und auch auf der Kaufläche kleiner sind, als die drei ächten Backzähne (Fig. 155, f, g, h). Letztere wurzeln mit zwei; wohl auch drei Verlängerungen in der Kinnlade, haben eine breite, fast viereckige Kaufläche (Fig. 154) und erscheinen in unserem Munde am spätesten. Diese 8 verschiedenen Zähne: 2 Schneidezähne (a, b), einen Eckzahn (c), 2 falsche

(d, e) und 3 ächte Backzähne (f, g, h), haben wir in jeder Hälfte unseres Oberkiefers und in jeder Hälfte unseres Unterkiefers. Wir besitzen also im Ganzen 32 Zähne.

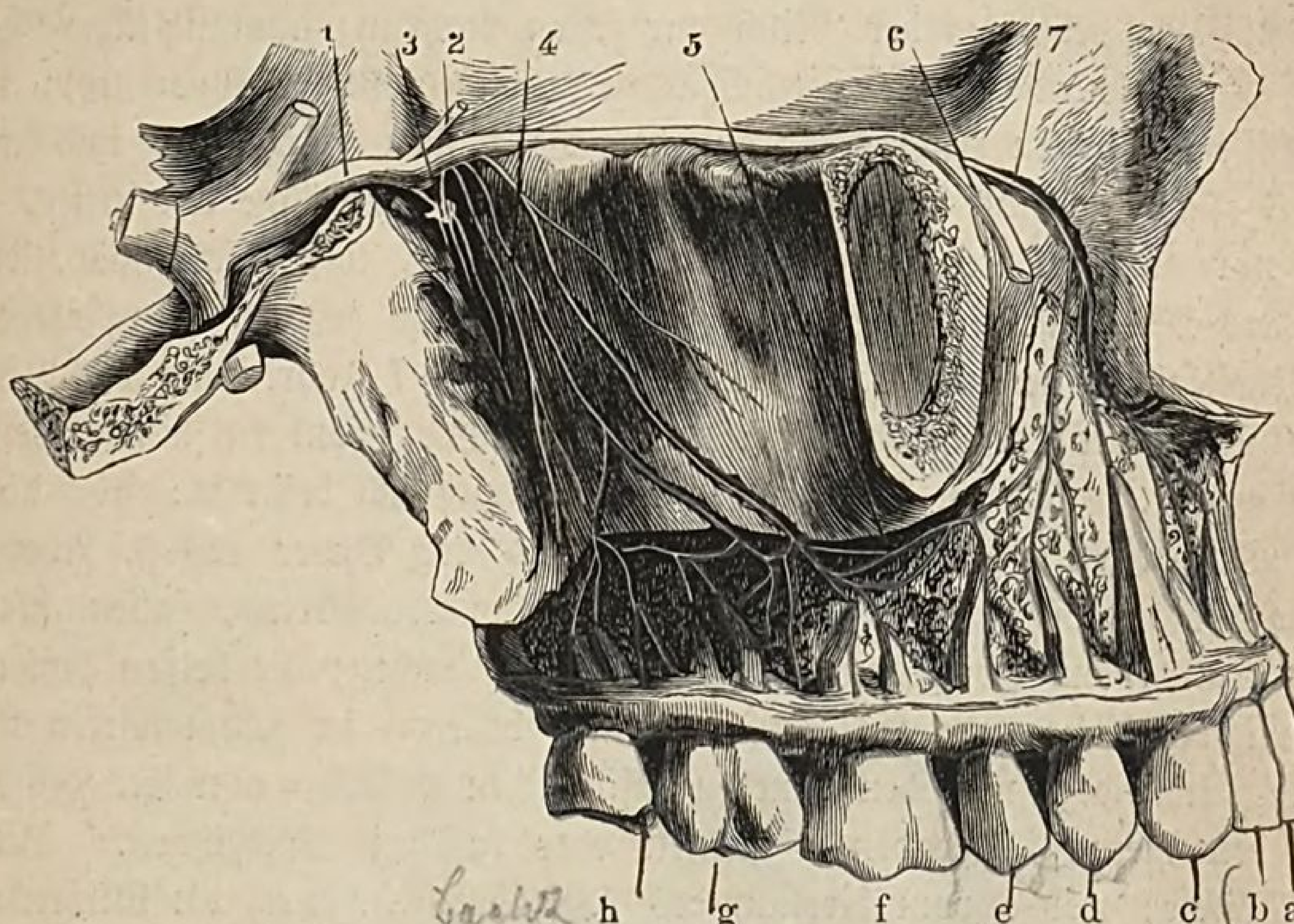


Fig. 155. Die Zähne des Oberkiefers mit ihren Nerven.

Es ist bekannt, daß der Mensch bei seiner Geburt in der Regel noch keine Zähne in seinem Munde hat, sondern nur Zahnkeime oder Anfänge zu Zähnen in kleinen, geschlossenen Höhlen des Ober- und Unterkiefers. Allmälig bilden sich die Zahnkeime zu Zähnen aus; dann wird der Theil des Knochens und des Zahnfleisches, welcher sie am freien Rande des Mundes überdeckt, allmälig aufgesogen (was oft unter den Erscheinungen der Entzündung geschieht und daher den Kindern Schmerz verursacht), und allmälig brechen die Zähne durch, d. h. sie wachsen länger und länger und schieben sich durch ihr Wachsthum aus den Kiefern empor, in ähnlicher Weise, wie der Keim einer wachsenden Pflanze aus der Erde emporsteigt an die Luft. Die Schneidezähne brechen zunächst durch: im Verlaufe des ersten Jahres; — in der Regel erscheinen die der Unterkinnlade früher, als die der obern; doch hat es für Gesundheit oder Leben des Kindes, sowie für Entwickelung der Zähne gar keine Bedeutung, wenn zufällig aus irgend welcher Ursache die Zähne der Oberkinnlade

zuerst sichtbar werden. Meistens bemerkt man den ersten Zahn gegen Schluß des ersten halben Jahres; um dieselbe Zeit beginnt auch die Speicheldrüse ihre Verrichtung auszuführen, und dies ist dann der richtige Zeitpunkt, zu welchem aus später zu erwähnenden Gründen das Kind von der flüssigen Nahrung der Milch zur festen Nahrung allmälig übergehen soll. — Während des zweiten Jahres brechen die Eckzähne durch; am Schlusse des ersten Jahres waren schon die kleinen Backzähne, und mit 3—6 Jahren sind auch noch zwei der großen Backzähne erschienen, so daß nur noch die vier hintersten Backzähne fehlen, welche sehr spät, erst um das 20. Jahr, hervorbrechen, und die man deßhalb scherzhaft die Weisheitszähne genannt hat. Im Alter von 6—7 Jahren hat das Kind aber nicht nur die hervorgebrochenen 28 Zähne, sondern hinter diesen noch andere, welche im Zustande der Entwickelung sich befinden: Fig. 156.

Die ersten 20 Zähne, welche während der Dauer des 6. Lebensmonats bis zum Schlusse des 2. Lebensjahres hervortreten, fallen später wieder aus, um bleibenden Zähnen Platz zu machen; sie heißen deßhalb die Milch- oder Wechsel-Zähne und bestehen in jedem Kiefer aus den 4 Schneidezähnen, den daneben befindlichen 2 Spitz- oder Eck-Zähnen und den hierauf folgenden 4 kleinen oder falschen Backzähnen. Diese Milchzähne, welche vom Verlauf des 7. Jahres an durch die bleibenden ersetzt werden, sind kleiner und schmäler, als die letzteren, sowol in der Krone als der Wurzel, haben eine weitere Zahnhöhle und haben sich schon in dem Zeitraume von 2 bis 2½ Jahren vollkommen ausgebildet, während die bleibenden Zähne zu ihrer vollständigen Entwickelung 6 bis 8 Jahre bedürfen. Das Kind ist durch diese schwächeren Zähne nur für leichte Nahrungsmittel befähigt, ebenso wie auch sein Darm nicht im Stande ist, die gröbere Nahrung, welche der Erwachsene ohne Nachtheil genießt, zu verarbeiten.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich in gleicher Weise wie die Milchzähne, und die Keime für dieselben bringt das Kind schon bei seiner Geburt mit auf die Welt. Es liegen diese Keime tiefer in den Kinnladen, als die Keime der Milchzähne, und anfänglich bleiben sie in ihrer Ausbildung hinter der Entwickelung der Milchzähne zurück. Zuweilen aber entwickeln sie sich schneller, und wenn man dann nicht durch Ausziehen der locker werdenden Milchzähne nachhilft, so können auch die letzteren zu bleibenden werden; es gibt daher Personen, deren vordere Zahnreihe doppelt ist, was freilich nicht nur einen unschönen Anblick gewährt,

sondern auch außerdem für das Kauen und für das Reinhalten der Zähne seine Nachtheile hat. — Ausbildung und Hervortreten der bleibenden Zähne zeigt dieselbe Reihenfolge, wie bei den Milchzähnen, nur viel langsamer, so daß die Schneidezähne 7 Jahre, die Eckzähne 12, die vordern Backzähne 10 und die hintern 8 Jahre zu ihrer völligen Ausbildung bedürfen.

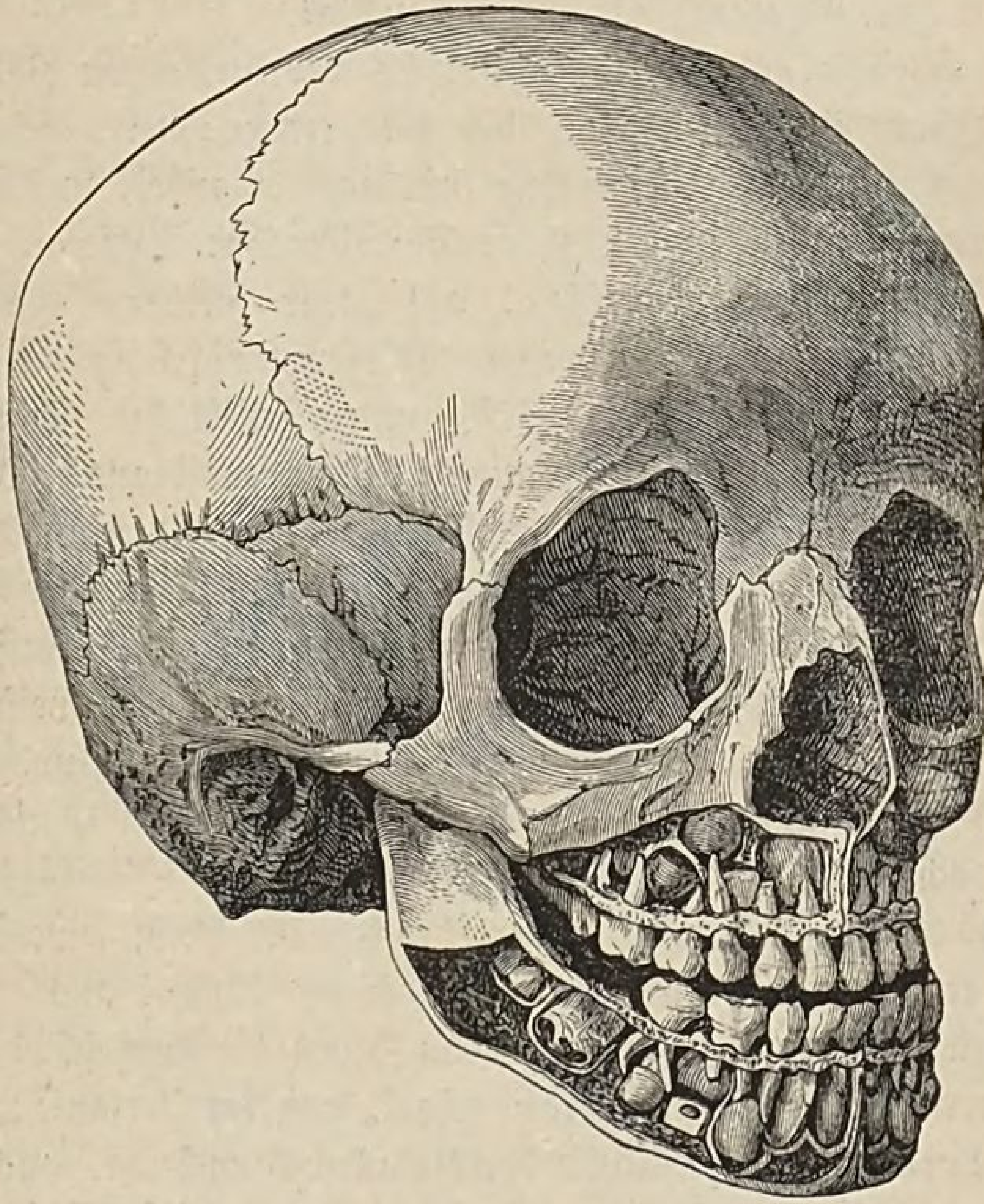


Fig. 156. Schädel eines Kindes von 7 Jahren, in welchem man die Stellung der Milchzähne und der bleibenden Zähne sieht.

Die vordere Wand der obern und untern Kinnlade ist vorsichtig abgemeißelt, um die in der Bildung begriffenen bleibenden Zähne zu zeigen. Der erste große Backzahn ist bereits vollständig durchgebrochen, der zweite ist eben im Begriff, hervorzutreten. In der Unterkinnlade ist die Oeffnung erhalten worden, durch welche das Blutgefäß eintritt, welches den Zähnen Blut zuführt.

Der Zahnwechsel beginnt im 7. und 8. Jahre; im 13. und 14. Jahre ist der Ausbruch der bleibenden Zähne vollendet. Damit ist

überhaupt dem ganzen Organismus eine größere Selbstständigkeit gewährt, und körperlich wie geistig tritt der Mensch gleichsam in einen zweiten Abschnitt seiner Entwickelung ein, wird leistungsfähiger und lernfähiger, weßhalb mit Recht diese Zeit für den ersten Eintritt in's bürgerliche Leben für die Confirmation gewählt wird. Erst später, im 20. bis 30. Jahre, ist das Knochengerüst des ganzen Körpers ausgebildet, der Mensch beginnt in das Alter der Reife zu treten, sowol in körperlicher, als in geistiger Beziehung, und dies ist der Abschnitt, in welchem ihn unser bürgerliches Gesetzbuch für mündig erklärt.

Die Reihenfolge des Durchbruchs der bleibenden Zähne ist so, daß im 7. Jahre die dritten Backzähne hervortreten; dann erscheinen die beiden inneren unteren Schneidezähne kurz nach einander, und gewöhnlich einige Monate später die innern obern Schneidezähne. Hierauf treten im 8. Jahre die äußern Schneidezähne, und zwar meistens wiederum die untern zuerst hervor. Mit der weitern Körperentwickelung (in den sogenannten Pubertätsjahren) treten häufig unter erheblichen Schmerzen die vierten Backzähne in den obern und untern Kinnladen heraus. Der Mensch besitzt jetzt 28 bleibende Zähne. Zu Beginn oder im Verlauf des zweiten Jahrzehnts erscheinen nach und nach die fünften Backzähne oder Weisheitszähne; in der Regel brechen die obern zuerst durch. Das Aufsaugen der Theile, welche die Zahnhöhle nach außen verschließen, geht meistens ziemlich langsam vor sich und verursacht nicht selten Entzündung und bedeutende Schmerzen. Man muß daher bei vielen Personen durch Einschneiden in das Zahnfleisch nachhelfen.

Sobald der Zahn einmal hervorgebrochen ist, bleibt seine Krone unverändert, er wächst von da ab nur von seiner Wurzel aus. Im Verlaufe der Zeit wird durch Abnutzung beim Kauen die Kaufläche des Zahnes abgeschliffen, die Seitenkanten werden scharf, und im Verlaufe des Lebens werden nicht selten zwei Drittheile der Zahnkrone nach und nach abgekaut und verbraucht. Diese Abnutzung erfolgt zuerst an den Schneidezähnen und Backzähnen des Unterkiefers. Man soll aber deßhalb die Zähne nicht schonen und etwa nachlassen, harte Speisen (z. B. Brodrinden) zu kauen; denn wie jeder Körpertheil, so werden auch die Zähne durch Arbeit kräftig erhalten und in ihrer Ernährung gefördert, während Müßiggang und Ruhe die Ernährung herabsetzen. — Je weiter die Zähne nun hervortreten, um so weniger füllen ihre schmalen Wurzeln die Zahnhöhle; sie werden in Folge dessen nicht mehr fest von den Rändern derselben umschlossen, wackeln

in der Zahnhöhle hin und her und fallen schließlich aus. Dann füllt sich der leer gewordene Raum mit einem harten Bindegewebe, welches bei einiger Vorsicht noch immer gestattet, die der Zähne entbehrende Oberfläche der Kinnlade zum Kauen zu benutzen. Allein der obere Theil des Knochens wird aufgesogen, die Kinnladen rücken daher mit ihrem Rande etwas nach innen gegen den Mund hin, nähern sich einander mehr, und dies ist der Grund, weßhalb in den höheren Lebensjahren das Kinn der Nase sich nähert, der Mund etwas einsinkt und dadurch das Kinn scheinbar spitzer wird, weil es mehr hervorragt. —

Die Entwickelung des Zahnes beginnt schon vor der Geburt, indem diejenige Haut, welche künftig auf ihrer Oberfläche den „Schmelz" des Zahnes abzusondern bestimmt ist, eine kleine Einstülpung bildet (Fig. 157, A 6). Dieselbe liegt unterhalb des Zahnfleisches (Fig. 157, A 1) in dem Unterschleimhautgewebe (2), von einer Schicht Cylinderepithelialzellen überzogen (3) und überdeckt von einer dicken Schicht Pflasterepithelium, welches zu unterst aus kleinen runden Kugelzellen besteht (4) und weiter nach oben aus platten, breiten Zellen gebildet ist (5), ganz ähnlich, wie wir dies bereits an der Schleimhaut des Kehlkopfes (S. 364, Fig. 133) gesehen haben. Auch die Einstülpung ist mit Cylinderzellen überzogen (7), während das Innere mit den runden Zellen der untersten Schicht des Pflasterepitheliums erfüllt ist (8). — Im Verlaufe der Zeit erhebt sich im untern Theile der Einstülpung eine kleine Hervorragung, aus dem Gewebe der Schleimhaut bestehend, einer breiten Papille ähnlich (Fig. 157, B 9), und schiebt die mit Cylinderepithelium überkleidete Schmelzhaut (6) vor sich her, so daß diese zur Seite ausweichend rings um die Papille einen kleinen flachen Sack bildet (10). — Hat sich die Papille mehr erhoben und ist größer geworden, so besteht nichts desto weniger noch der von ihrer ersten Einstülpung herrührende Kanal gegen das Pflasterepithelium hin (C 11), und dieser bildet dann zur Seite eine zweite Einstülpung (11'), welche Zahnkeim und Zahnhöhle für den künftigen bleibenden Zahn bildet. Die mit Cylinderepithel überzogene Schmelzhaut aber (12) überzieht sich nach außen mit eigenthümlichen Zellen, welche die Grundlage des künftigen Schmelzes bilden (13), und zwischen diesen und der Schmelzhaut liegen andere Zellen (14), welche zur Ernährung des Schmelzes zu dienen scheinen, vielleicht auch dessen erster Anfang sind, während man an Stelle des früheren Cylinderepitheliums Zellen wahrnimmt, die zum Entstehen jener andern beiden Zellenschichten den Anstoß zu geben

scheinen, und die man daher Keimzellen genannt hat (15). Die eigentliche Papille erhebt sich auf dem Grunde mehr und mehr und bildet nun den Zahnkeim (16), welcher auf seiner Spitze schon die Zellen (17) zu tragen

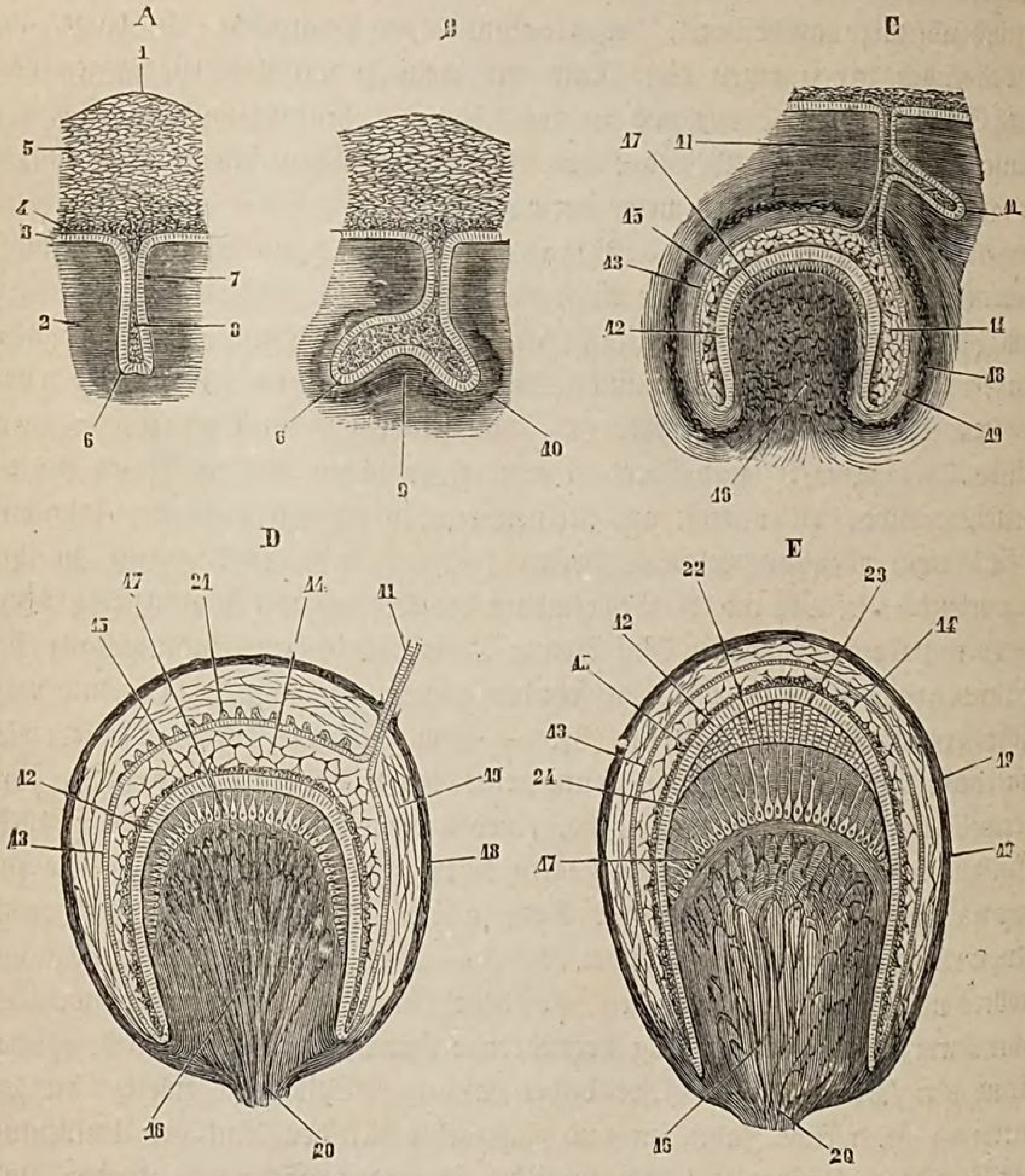


Fig. 157. Die Entwicklung der Zähne.
A Erste Einstülpung des Organs. — B Erster Anfang der Zahnhöhle und des Zahnkeimes. — C Entwickelung des Zahnkeimes für den Milchzahn, und 11′ erste Einstülpung für den Zahnkeim des bleibenden Zahnes. — D Vollständig ausgebildeter Zahnkeim. — E Verknöcherung des Zahnkeimes, Bildung des Schmelzes und der elfenbeinartigen Zahnsubstanz.

beginnt, aus welchen sich die künftige Zahnsubstanz entwickeln wird. — Im weitern Verlaufe erhebt sich der Zahnkeim noch mehr (Fig. 157 D 16),

und man sieht unten Nerven und Blutgefäße in reichlicher Zahl eintreten (20), welche nach oben Schleifen bilden. Unmittelbar über dem Zahnkeim entwickeln sich die langgestreckten Zellen der Zahnsubstanz, über denen immer noch die Schmelzhaut (12) liegt, welche ihrerseits die zwischen Zahnsubstanz und Schmelz liegende Schicht der Keimzellen (15) trägt, aus welcher sich der Schmelz (14) mehr und mehr hervorbildet, überzogen noch von dem obersten Theile des Sackes, den die Einstülpung der Schmelzhaut bildet (13), welcher auf seinem obersten Theile kleine Erhöhungen trägt (21) und noch immer gegen die Epithelialschicht hin durch einen engen Kanal (11) mit der ebenfalls sich weiter entwickelnden Einstülpung für den bleibenden Zahn in Verbindung steht. Lockeres Bindegewebe umgibt dann den Zahnkeim (19), und eine festere Haut schließt ihn nach außen ab (18). In diesem Zustande ist der „Zahnkeim" in allen Theilen ausgebildet, und nun beginnt das Wachsthum des künftigen Zahns energischer. — Sowie sich die feste Substanz, aus welcher der Zahn künftig bestehen wird, mehr und mehr entwickelt, ändert sich auch der Zahnkeim (Fig. 157, E 16), welcher härter wird und dessen von unten zu ihm eintretende Gefäße und Nerven (20) nach oben schärfer begrenzte, größere papillenartige Hervorragungen bilden. Die Zellen der Zahnsubstanz beginnen mehr und mehr sich zu strecken und zu verknöchern (17) und man sieht breits die feste elfenbeinartige Zahnsubstanz am obern Theile (24), überdeckt von den ersten ausgebildeten Schichten des Schmelzes (22), über denen jetzt die Schmelzhaut liegt (12), und zwischen ihr und dem Schmelz ein dünnes Häutchen, das sogenannte „vorgebildete Häutchen" (23, membrana praeformativa); über diesem die Schicht der Keimzellen (15) und die Ernährungszellen des Schmelzes (14); weiter nach außen finden sich noch die Zellen des in sich geschlossenen Sackes der Schmelzhaut (13), überdeckt von einer Schicht lockeren Bindegewebes (19) und dem äußern Ueberzuge des Zahnkeims (18). In solcher Form findet sich der in der Bildung begriffene Zahn vom Schmelzsack überstülpt, von der Umfassung des Zahnkeims eingehüllt, in der Kinnlade des neugebornen Kindes, und wächst nun in dieser und mit dieser größer und fester. Eine Erinnerung an diese Form finden wir noch beim ausgebildeten Zahne.

Ueberblicken wir den Entwicklungsgang des Zahnes noch einmal in kurzen Zügen, so sehen wir, daß der Zahn in folgender Weise wächst: zuerst bildet die (vor der Geburt unter dem Pflasterepithelium in dem Zahnfleische liegende) „Schmelzhaut" eine kleine Einstülpung; — auf

dem Grunde dieser Einstülpung erhebt sich eine kleine Warze und wird zum Zahnkeime; — über dem Zahnkeime schließt sich die „Schmelzhaut" nach oben und bildet einen geschlossenen Sack. (Dieser Sack gleicht einer doppelt gewirkten Zipfelmütze oder Nachtmütze, wie sie die Bauern tragen: das Futter ist nach innen hineingeschoben — und der Zahnkeim darin entspricht also dem Kopfe dessen, der die Mütze aufgesetzt hat.) Es bestehen nun zwei besondere, von einander getrennte Ernährungsorgane; — das eine für die „Zahnsubstanz", jenen elfenbeinartigen, harten, weißen Stoff, aus welchem der Zahn in seiner Hauptmasse besteht: das ist der „Zahnkeim", welcher von unten nach oben hin den Stoff für die Zellen des Zahnkeimes absondert (Fig. 157, E 17); — das andere Ernährungsorgan ist der Innenraum des in sich geschlossenen „Schmelzhautsackes", welcher von oben nach unten hin den Stoff für die Zellen des „Schmelzes" absondert, — so daß der emporwachsende Zahnkeim mit einem Hütchen von Schmelz überzogen wird und mit dem obern Theile in demselben sich befindet, wie die Fingerspitze im Fingerhut.

Der Zahnkeim ist ursprünglich nichts Anderes als Zahnfleisch, — das heißt, ein mit Blut und Nerven reichlich versehenes Bindegewebe oder Unterschleimhautgewebe, wie es bei der Schleimhaut des Kehlkopfes abgebildet wurde. Der Zahnkeim schiebt sich und den Schmelzhautsack innerhalb des Zahnfleisches empor (Fig. 157, C) und das in seiner Umgebung sich etwas verdichtende Zahnfleisch (Fig. 157, C 18) umgibt schließlich alle diese Theile wie eine besondere Haut, welche außen die Einstülpung des Schmelzhautsackes gleichsam nachahmt, und wird dann Keimsack genannt (Fig. 157, E 18).

Wenn man sich nun der in Fig. 157, A—B abgebildeten Einzelheiten wiederum erinnert, wird man den Vorgang der Entwickelung des Zahnes klar vor Augen haben. —

Man versteht aber auch nun erst mit Hülfe der „Entwickelung" die Form des ausgewachsenen Zahnes.

Wenn man einen menschlichen Schneidezahn in der Richtung von vorn nach hinten der Länge nach durchsägt und dann mit einer guten, etwa fünfmal vergrößernden Linse betrachtet (Fig. 158). so sieht man oben den bläulich schimmernden Schmelz, aus kleinen Fasern bestehend; dieselben sind auf dem Durchmesser sechseckig und geben gerade in Folge ihrer eckigen Gestalt bei ihrer Durchsichtigkeit dem Schmelz die bläuliche Farbe durch Brechung der zurückgeworfenen Lichtstrahlen in

ähnlicher Weise, wie auch der bläulich schimmernde Opal unter dem Mikroskope als durchsichtiges, aus feinen eckigen Theilen zusammengesetztes Gestein erscheint. Der Schmelz der Zähne ist der härteste Bestandtheil unseres Körpers und besteht, wie die Knochen, zur Hauptsache aus Kalk. Der Schmelz überzieht die Spitze des Zahnes bis etwa zum dritten Theile der ganzen Zahnlänge. Ebenso groß war also der „Schmelzhaut-Sack". (Die vorliegende Zeichnung ist vom Schneidezahn einer jugendlichen Person gefertigt, die Kaufläche des Zahns mithin noch nicht abgenutzt.) Das milchweiße, seidenartig glänzende Zahnbein besteht aus schmalen, dünnen Fasern, welche durch Kalkaufnahme erhärtet unter dem Mikroskope durchsichtig erscheinen wie Seidenfäden; dieselben sind auf dem Durchschnitt rund, werfen in Folge dessen alle Lichtstrahlen in der Form zerstreuten Lichtes zurück und erscheinen daher mit bloßem Auge gesehen weiß, ebenso wie die aus glashellen, durchsichtigen Fäden gewebte Leinwand weiß erscheint, oder wie ferner die aus durchsichtiger, wässeriger Flüssigkeit und durchsichtigen kleinen Fettkügelchen zusammengesetzte Milch unserem Auge die weiße Farbe bietet, oder wie die aus rundlichen, vollständig durchsichtigen Zellen gebildeten Blüthen der weißen Lilie, der Rose, des Schneeglöckchens, oder wie der aus (mikroskopisch) durchsichtigen Flocken bestehende Schnee uns weiße Farbe zeigt.

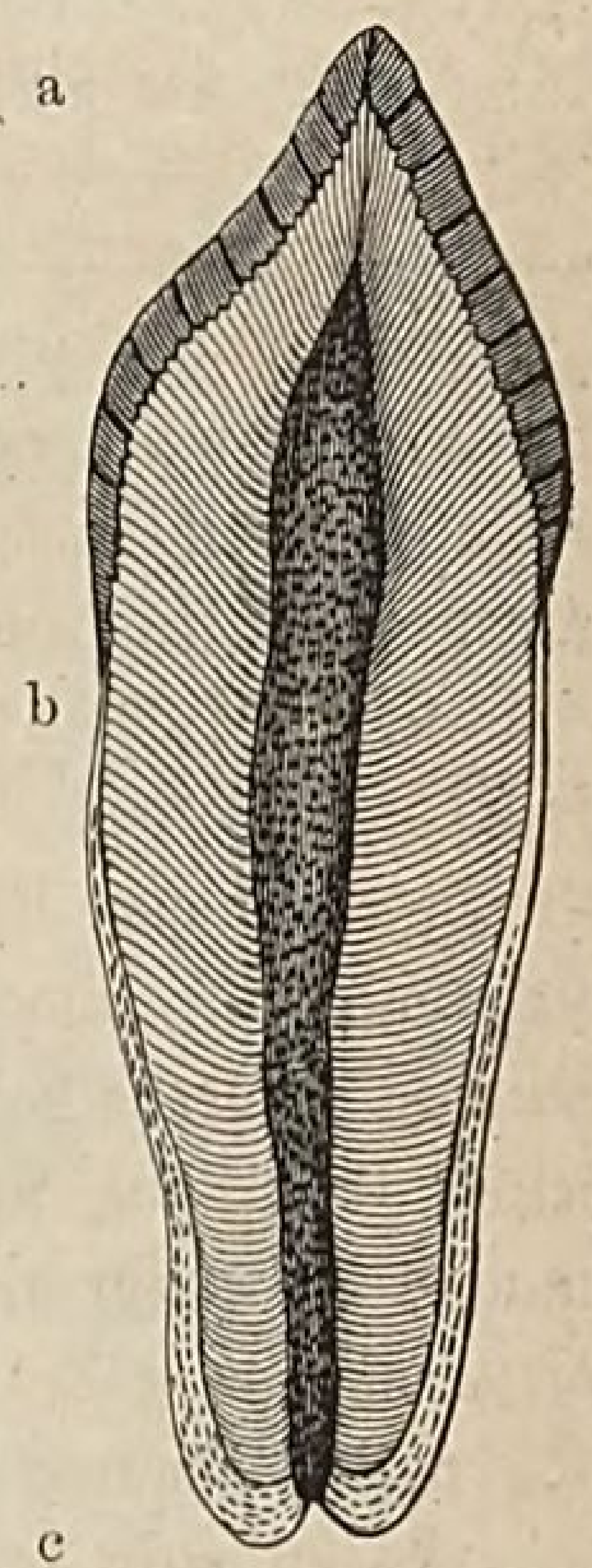


Fig. 158. Menschlicher Schneidezahn. (Durchschnitten; unter der Lupe betrachtet.) a bis b Schmelz. — b bis c Wurzel.

Im Innern des Zahnes (Fig. 158) erblickt man eine Höhle, auf deren Wand runde Fasern des Zahnkeimes endigen. In dieser Höhle lag der „Zahnkeim", welcher die Zahnsubstanz absonderte. Die am weitesten nach außen gelegenen Theile sonderte er zuerst ab, — war also damals ziemlich dick. Je mehr er nach außen absonderte und je mehr diese Fasern gegen den Keim hin durch Aufnahme von Kalk verhärteten und knochenähnlich wurden, um so enger wurde der Keim der Höhle, um so mehr wurde der Zahnkeim zusammengepreßt und wurde schmäler, während er zugleich mit dem Zahn sich verlängerte. Bei jugendlichen Personen ist also der Zahnkeim fast ebenso lang, als der Zahn; bei älteren Leuten versperrt er sich nach oben den

Raum durch abgesonderte Zahnsubstanz und wird daher kürzer. Man erkennt aus diesen Wachsthumsvorgängen, daß der Zahn gerade so dick ist, als früher zum Anfang des Wachsthums der Zahnkeim war. Wechselten wir nicht die Zähne, so würden wir sehr dünne, schmale Zähne nur haben können, weil während der ersten Lebensjahre der Zahnkeim wenig Raum im Innern der Kinnlade findet. — Nach unten ist das Zahnbein äußerlich mit einer Schicht **Knochen** umgeben, welche von der Knochenhaut der Zahnhöhle abgesondert wurde. (Auf das Wachsthum der Knochensubstanz kommen wir später.) Diese Knochenschicht dient zur Ausfüllung der Zahnhöhle und zur Befestigung des Zahnes in derselben. — Unten, der Spitze entgegengesetzt, führt eine **Oeffnung** in die Zahnhöhle, wie man auch an jedem ausgerissenen Zahne sehen kann. Diese Oeffnung dient zum Eintritte der Blutgefäße und Nerven; der Uebergang der letzteren in die Zähne ist sehr schön in Fig. 155 abgebildet. —

Die Zähne der Thiere weichen, sowol was ihre Zahl als ihre Gestaltung anbetrifft, von denen des Menschen vielfach ab. Am nächsten stehen uns die des auch in anderer Beziehung sehr menschenähnlichen Affen, des **Orang-Utan** (Fig. 159). Die Backzähne sind in gleicher Zahl vorhanden

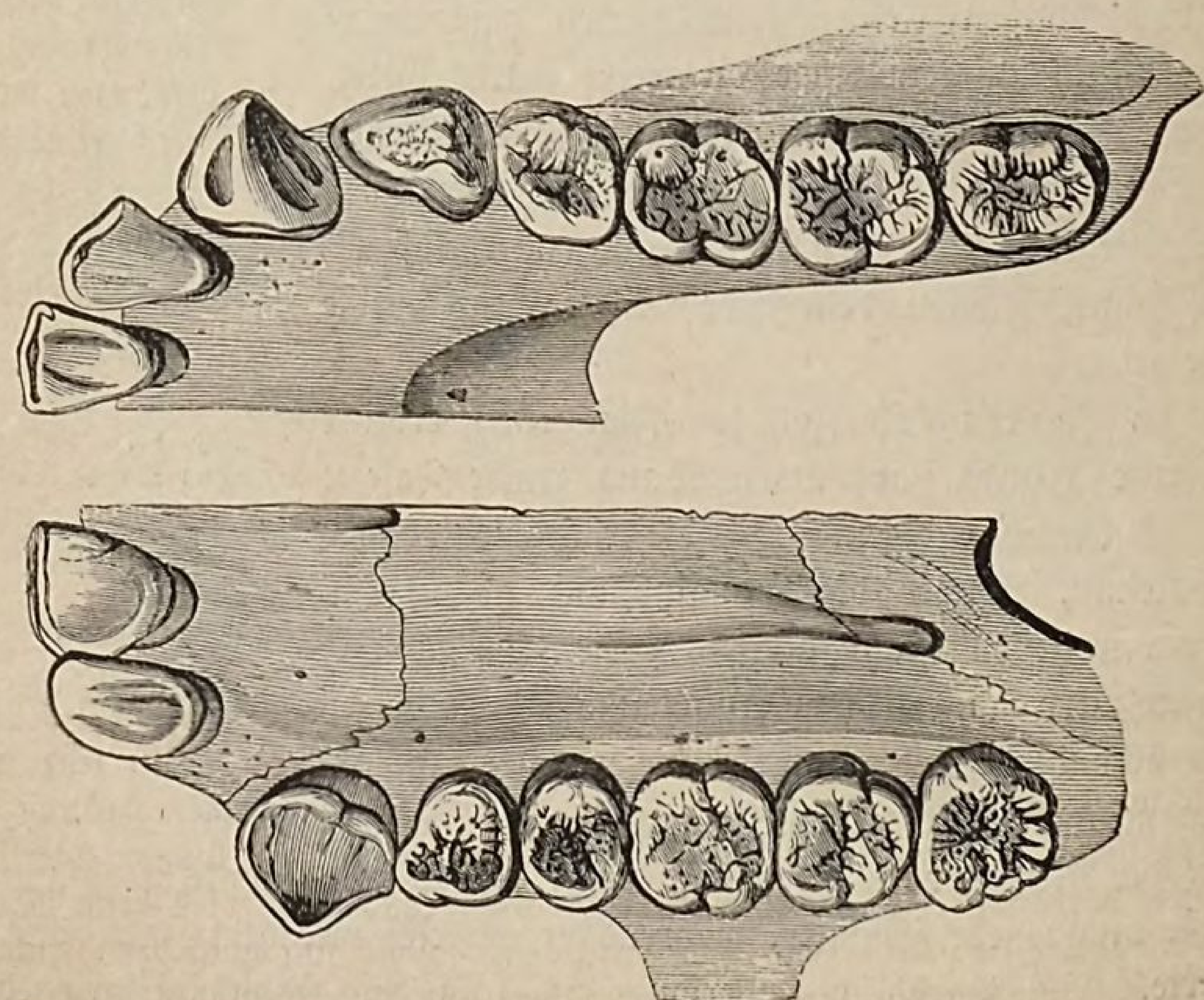


Fig. 159. Zähne des Orang-Utan am halben Oberkiefer und halben Unterkiefer.

wie bei uns, und zwar auf jeder Seite und in jedem Kiefer am weitesten nach hinten drei wahre Backzähne und weiter nach vorn zwei falsche Backzähne mit kleinerer Kaufläche. Dann kommt der keilförmige Eckzahn, welcher in der Hauptsache ebenfalls dem Eckzahne des Menschen entspricht. Ein Unterschied zeigt sich nun aber darin, daß namentlich im Oberkiefer zwischen dem Eckzahn und den Schneidezähnen ein größerer Zwischenraum sich findet, und daß die Schneidezähne nicht senkrecht wie beim gesunden Menschen, sondern schräg nach vorn wie beim sogenannten Affenmenschen (Fig. 60 S. 103) stehen. In der Art des

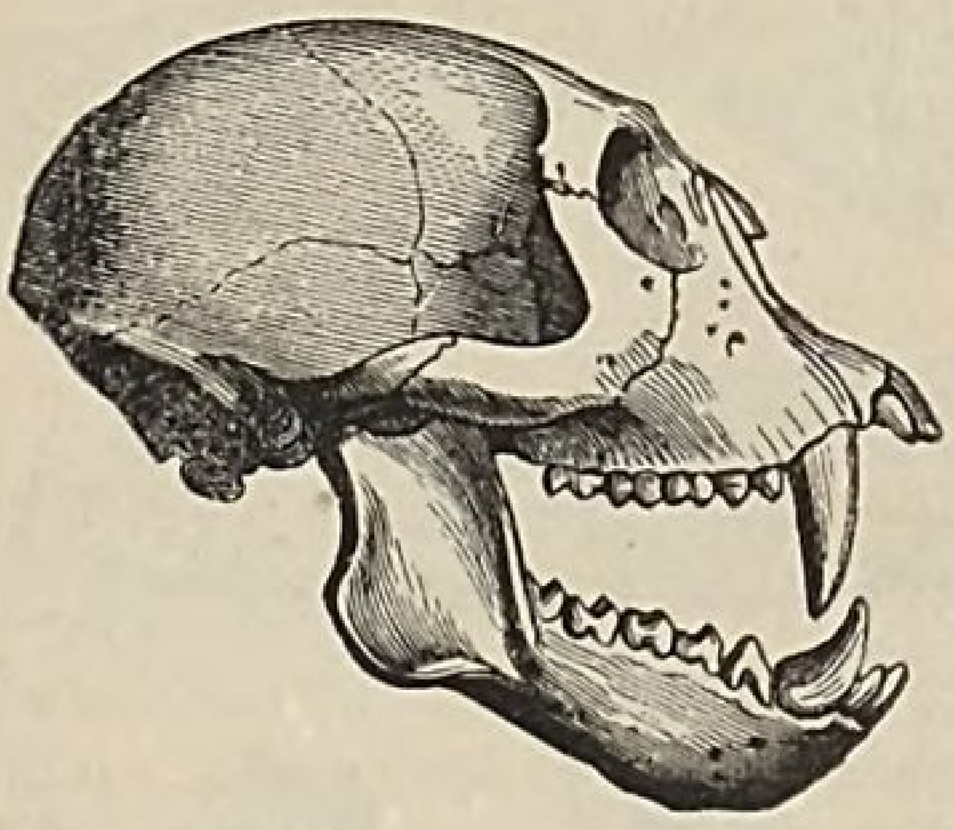


Fig. 160. Schädel und Zähne der Meerkatze.

Kauens, in der Auswahl der Speisen stimmt aber der Orang-Utan mit dem Menschen überein, während bei niederen Affen, z. B. bei der Meerkatze (Cercopithecus) die Zähne bereits eine thierischere Gestaltung gewonnen haben. Zwar zeigt das Thier durch seine Vorderhand mit Daumen, durch seine fünf

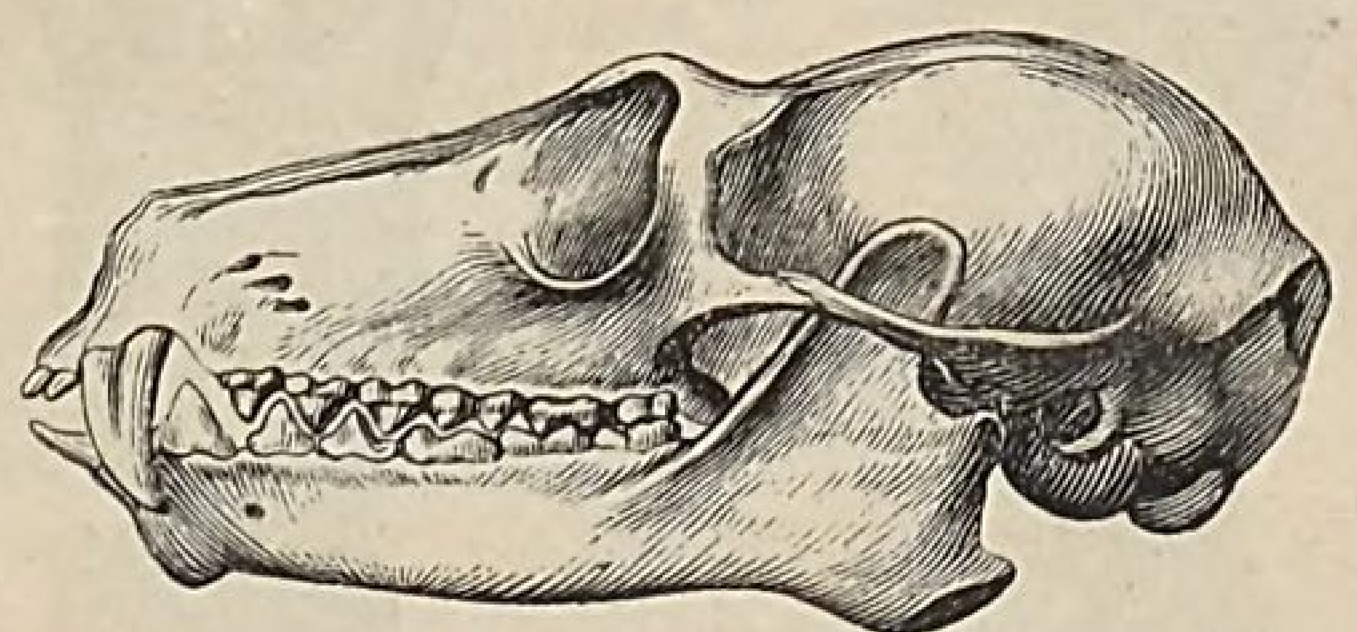


Fig. 161. Schädel und Zähne des Maki.

nur vierhöckerigen Backenzähne Uebereinstimmung mit dem Körperbau des Menschen; allein ein Blick auf den Schädel der Meerkatze (Fig. 160) lehrt uns, daß die mächtige Entwickelung der Eckzähne ebenso im Gebiß eine erhebliche Abweichung vom Menschenkörper zeigt, als sie bekanntlich in dem langen thierischen Schwanze vorhanden ist. Noch im höheren Grade findet sich dies beim Maki, dessen Schädel (Fig. 161) zwar sich durch eine schöne Rundung der Hirnkapsel auszeichnet, aber in den langgestreckten Ober- und Unterkinnladen Backenzähne in größerer Anzahl birgt, welche nach oben spitz und scharf scheerenartig über-

einander greifen (wie auch beim Hunde und der Katze), daher von der menschlichen Zahnform erheblich abweichen, — während die mächtigen Hundszähne und die schräg vorgestreckten Schneidezähne den thierischen Ausdruck vervollständigen. —

Bei manchen Thieren verschwindet die Form der Schneide-, Eck- und Backen-Zähne gänzlich und es findet sich statt deren in der Kinnlade nur eine größere

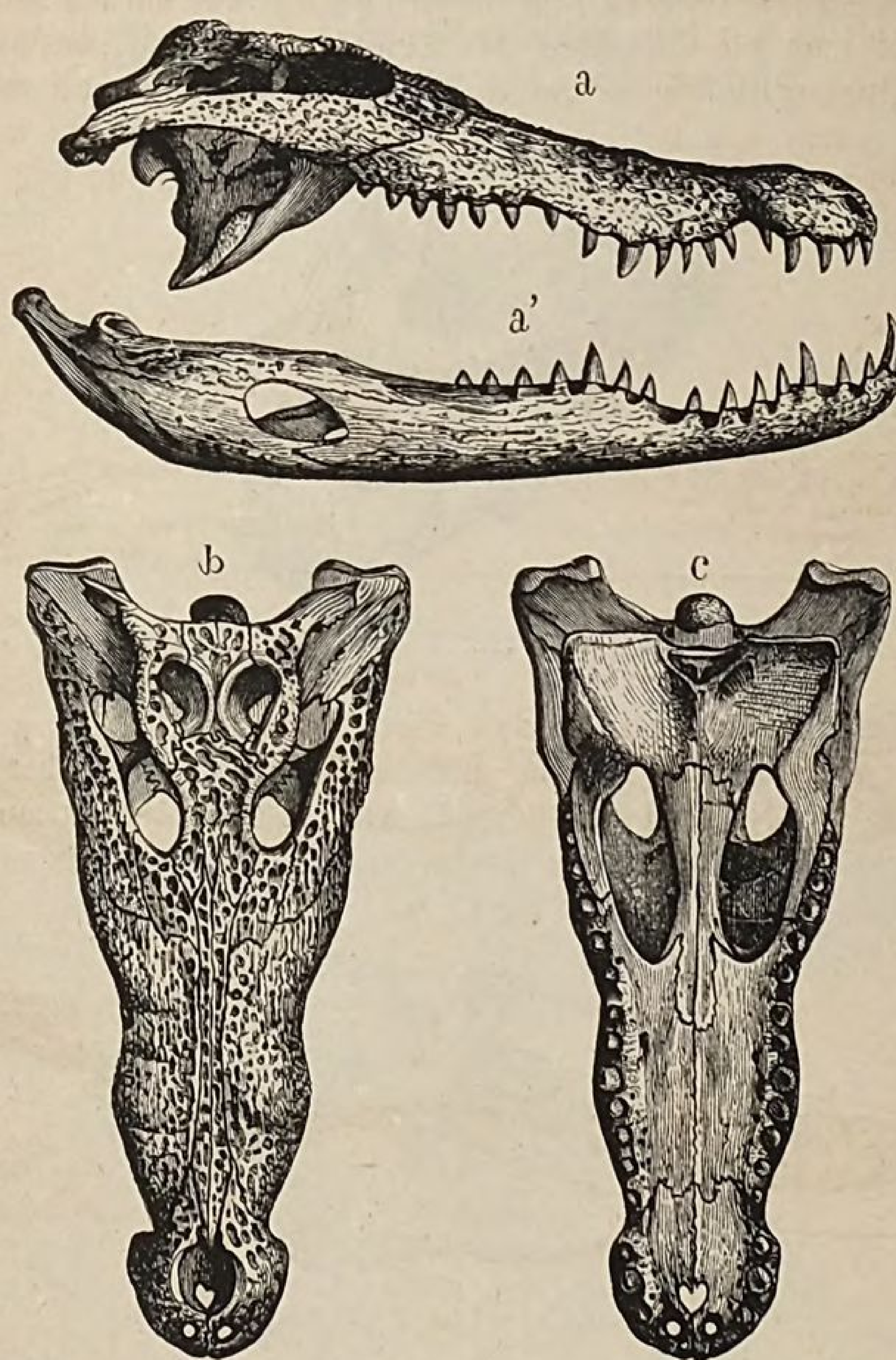


Fig. 162. Schädel und Zähne des Krokodill.
a Oberkinnlade, — a' Unterkinnlade, — von der Seite; — Oberkinnlade b von oben — und c von unten gesehen. —

Anzahl spitzer, keilförmiger ineinander greifender und meist rückwärts gebogener Zahn-Haken vor, welche nicht zum Kauen, sondern nur zum Festhalten der Beute geschickt sind. Die Kinnladen der Schlangen geben davon Beispiele, am auffälligsten aber wol die Kinnladen des Krokodills (Fig. 162). Weit über

das sonst bei Thieren gewohnte Verhältniß entwickelt, sind diese beiden mit furchtbaren Zähnen bewaffneten Kinnladen (von denen die obere beweglich ist, die untere nicht) den Wolfsfallen der Jäger zu vergleichen, denen nicht entrinnt, was sie einmal gefaßt haben. Dabei ist der Raum für das Gehirn, wie sich schon an der Seitenansicht, in höherem Grade aber an der Ansicht von oben und unten am Schädel erkennen läßt, äußerst gering; und mit der Kleinheit dieses Organes steht auch die Dummheit der Thiere in Einklang, welche kaum eine andere Beschäftigung zu kennen scheinen als fressen, sich mehr oder minder ziellos bewegen und ruhen, und mit denen der Mensch vergeblich sucht, irgend welche geistige Berührungspunkte zu gewinnen, die ihm zur Zähmung und Dressur der Thiere verhelfen könnten.

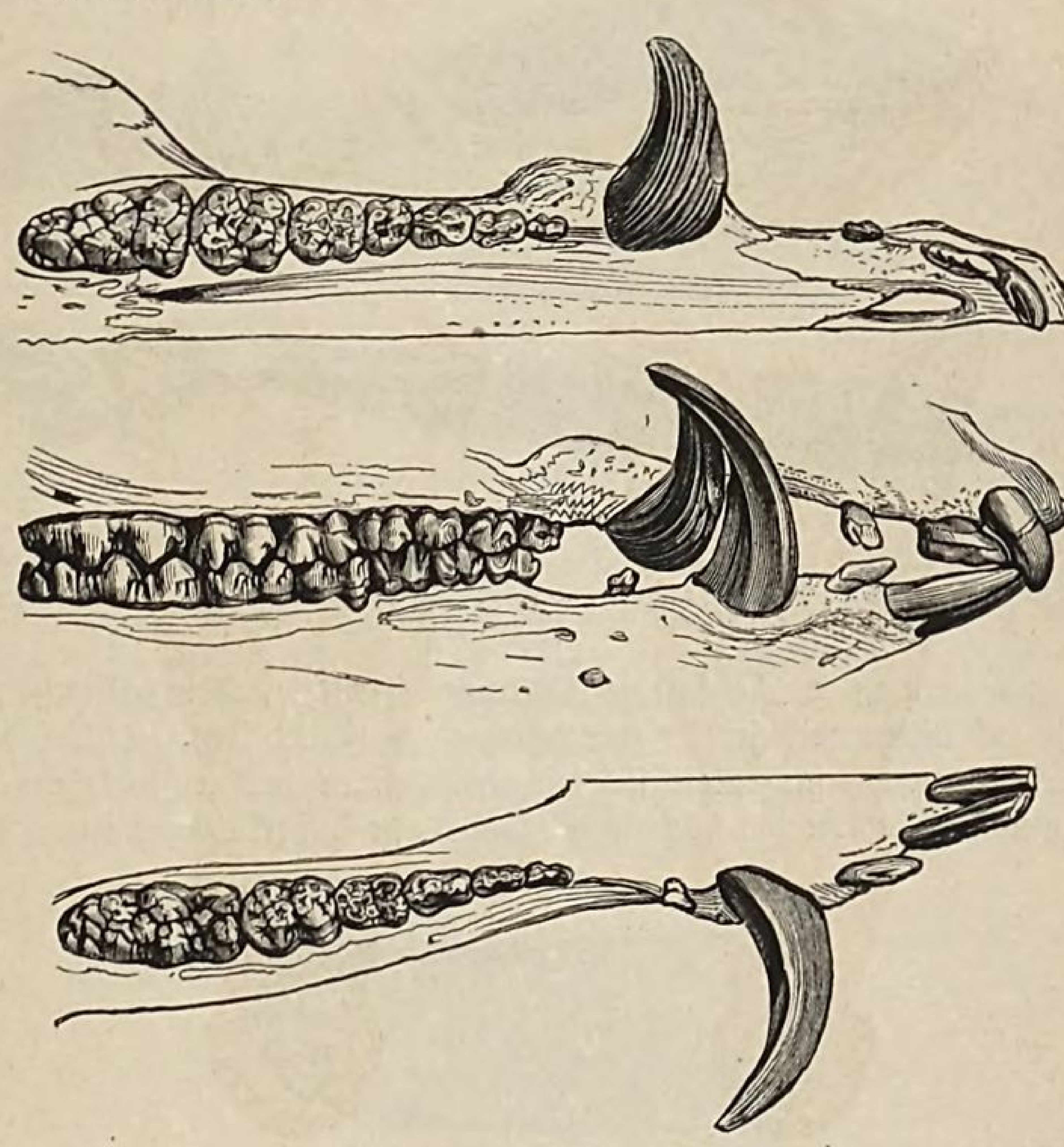


Fig. 163. Zähne des Eber,
als Beispiel der Zahnformen bei einem alles fressendem Thiere mit Entwickelung der Eckzähne zur Waffe: Halbe Oberkinnlade, — beide Kinnladen von der Seite, — halbe Unterkinnlade.

Die Eckzähne oder Hundszähne werden bei einzelnen Thieren zur furchtbaren Waffe, wie einst beim Mammuth und in der Jetztzeit beim Elefanten. Diejenigen Thiere, welche in unserer Gegend die Eckzähne zur Waffe entwickelt haben, die Wildschweine, und unter diesen namentlich der Eber (Fig. 163) lassen in ihren Kinnladen vorn zwölf vorgestreckte Schneidezähne erkennen, von denen

der dritte in jeder Kinnlade nahezu verkümmert ist. Darauf folgen die Eckzähne, von denen derjenige der oberen Kinnlade sich nach oben umbiegt, so daß er vereint mit dem der unteren Kinnlade zur Waffe wird, und darauf folgen in der unteren wie in der oberen Kinnlade auf jeder Seite sieben Backzähne, welche höckerig und in der Art ihres Baues nicht allzuweit von den menschlichen abweichend sind. Demgemäß gehört auch das Schwein zu den Alles fressenden

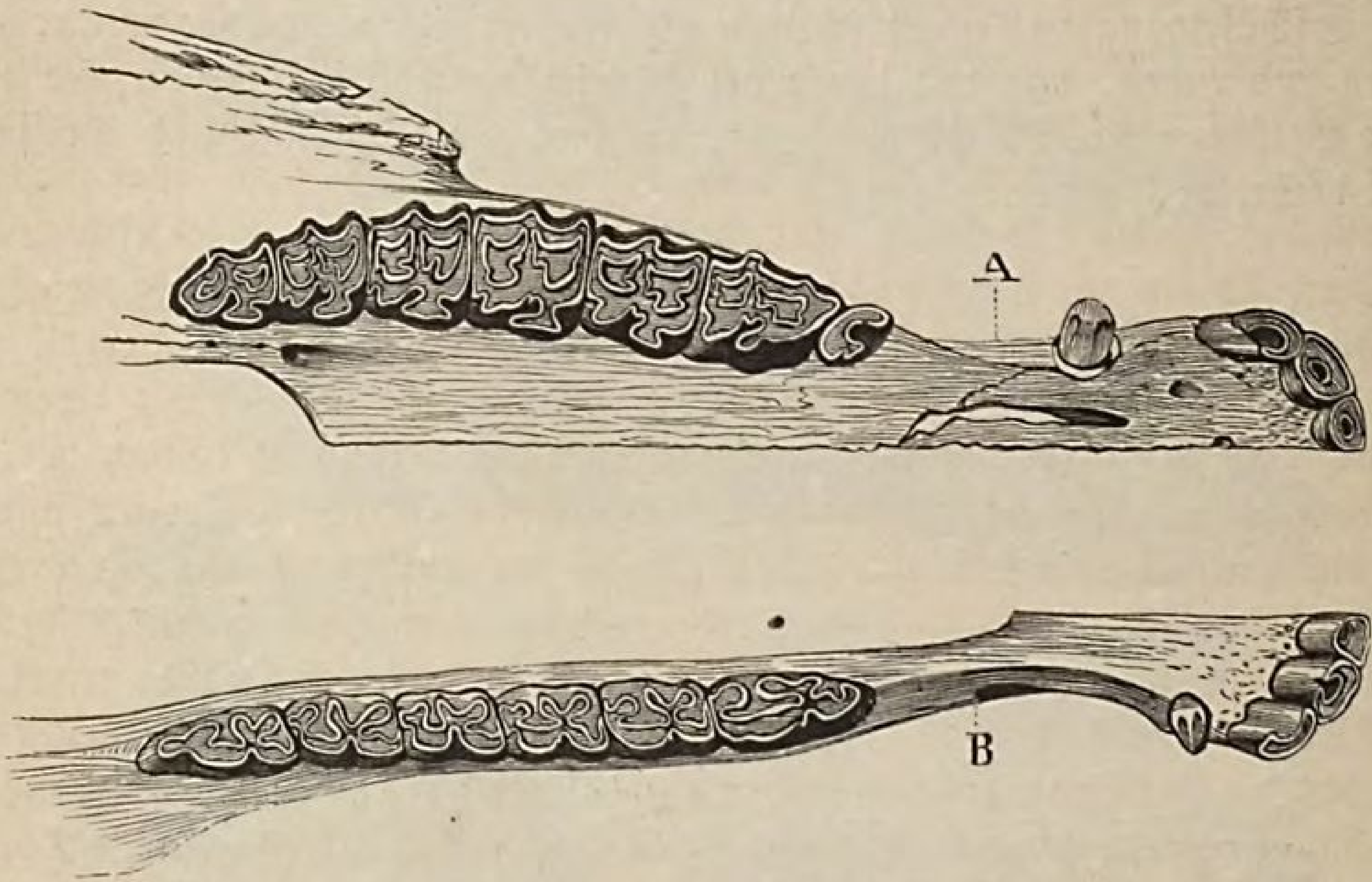


Fig. 164. Zähne des Pferdes am halben Oberkiefer und halben Unterkiefer.

Thieren und vermag weiche saftige Nahrung (Früchte, Wurzelknollen, Pilze, Trüffeln) am besten mit seinen Kauorganen zu verarbeiten. Thiere dagegen, welche lediglich von Pflanzenkost sich nähren, besitzen dem entsprechende Mahlzähne, welche nicht wie die höckerigen Zähne nur äußerlich mit einer Schmelz-

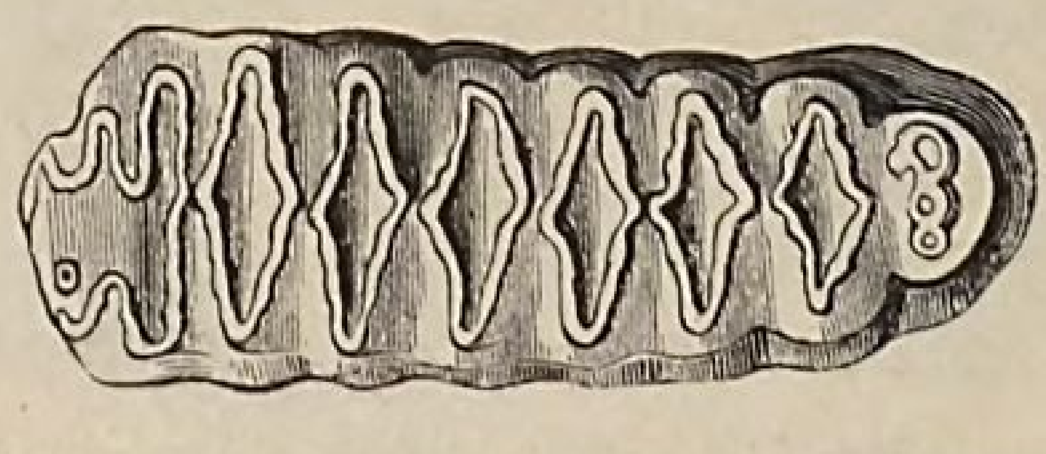


Fig. 165. Kaufläche vom Backzahn eines afrikanischen Elefanten.

schicht umgeben sind, sondern bei denen die Schmelzschicht in Form von Falten sich in das Innere der Zahnmasse hineinzieht, wie wir dies bei den Wiederkäuern sowie beim Pferde (Fig. 164) finden. In Folge dessen bleibt die Zahnfläche der Backenzähne auch dann in hohem Grade geschickt zur Zermalmung des Futters, wenn sie erheblich abgekaut ist; sie schärft sich gleichsam immer wieder von Neuem, weil die Schmelzlage in geringerem Grade sich abkaut als

die benachbarte Zahnsubstanz. Dagegen verkümmern bei diesen Thieren die Eckzähne (z. B. beim Pferde); oder sie rücken soweit vor, daß sie neben den Schneidezähnen sich befinden, und werden auch in ihrer Gestaltung zum Schneidezahn (wie z. B. beim Hammel). — Je härtere Nahrung das Thier als Grünfutter genießt, also wenn es Baumzweige ebenso wie saftiges Gras zermalmt, um so kunstvoller und eigenthümlicher erscheinen auch die Schmelzschichten, so daß der eine auf seiner Kaufläche eine ganze Reihe von Zähnen darstellt, wie beim afrikanischen Elefanten (Fig. 165).

Diejenigen Thiere, welche derartige Schmelzschichten in ihren Backenzähnen haben, scheinen nicht nur in ihrer Kaufähigkeit den Menschen zu übertreffen, sondern auch das Vorrecht vor ihm zu besitzen, daß sie auch ohne besondere „Diätetik der Zähne" befreit sind von dem Leiden der Zahnschmerzen. Allein auch Thiere mit menschenähnlichen Zähnen (wie z. B. Wildschweine) und selbst Hunde und Katzen, haben niemals oder doch wenigstens äußerst selten hohle und vorzeitig der Zersetzung anheim fallende Zähne, — wie deren beim Menschen doch so äußerst häufig vorkommen. Der Grund ist einfach der, daß die unvernünftigen Thiere in Bezug auf die Auswahl ihrer Speisen und Getränke viel vernünftiger sind als der angeblich vernünftige Mensch, welcher die Unvernunft so weit treibt, daß er Suppe, Kaffee und Thee möglichst heiß genießt und dann wol zur Abkühlung unmittelbar darauf Eiswasser trinkt. Es ist sehr fraglich, ob das eiskalte Getränk an sich den Zähnen nachtheilig wird, wenn nicht die Erhitzung durch heiße Speisen und heißes Getränk vorausging; denn gesunde Thiere pflegen zu Winterszeit durch Schneefressen ihren Durst zu löschen und ziehen dies dem Wasser vor, ohne daß ihre Zähne darunter litten. Dafür hütet sich aber das Thier auch vor heißem Essen und überwindet nur bei größtem Hunger diesen Widerwillen. Die hohe Temperatur der Speisen und Getränke ist nicht nur unmittelbar den Zähnen nachtheilig, sondern noch dadurch, daß sie im Verein mit der Art der Zubereitung der Speisen Gährung und Fäulniß der zwischen den Zähnen eingeklemmten kleinen Speisereste begünstigt und dadurch zur Auflösung des Schmelzes und zur allmäligen Verderbniß der Zahnsubstanz Gelegenheit gibt.

Will man seine Zähne gesund erhalten, so hüte man sich vor allem und jedem heißen Getränke, vor jeder heißen Speise und begnüge sich mit warmem Essen. (Heiß + 60 bis 70° R; — warm = 35 bis 45° R.) Außerdem spüle man nach jeder Mahlzeit den Mund mit frischem Wasser aus und reinige sich früh und Abends die Zähne mittelst Spiritus, welcher auf die trockene Zahnbürste gegossen wird. Wer dies thut, gewinnt das Vorrecht der Wiederkäuer: er ist frei von Zahnschmerzen!

Wenn wir Speise und Trank zu uns nehmen, so werden die „Flüssigkeiten" unmittelbar verschluckt, ohne in der Mundhöhle zuvor irgendwie verändert zu werden; — die „festen" Stoffe dagegen zertheilen wir in der Mundhöhle durch das Kauen in kleine Stücke, wobei ihnen zugleich Speichel und Luft beigemengt werden.

Unsere meißelförmigen Schneidezähne und die an ihrer Seite stehenden keilförmigen Eckzähne führen die erste Zertheilung der Speisen aus, indem sie einer groben Scheere ähnlich wirkend (S. 448) von der festen Nahrung einen Theil abbeißen helfen, aus dem wir nun durch Kauen und Einspeicheln einen „Bissen" formen.

Das Stück, welches wir abgebissen haben, liegt vorn auf der Zunge. In dem Augenblick schließen sich die Lippen und unsere Zunge zieht sich nach hinten (indem sie von vorn nach hinten hohl wird, wobei die Zungenspitze sich ein wenig hebt), so daß nun der Bissen mitten in die Mundhöhle gelangt. Hier wird er den Zähnen überliefert, und zwar den Kauzähnen, indem die Zunge ihn bald rechts, bald links herüberschiebt. Dabei dient nicht nur die Zunge als Tastorgan und gibt uns über die Härte und Trockenheit des Bissens Nachricht, so daß wir wissen, wo derselbe noch ferner gekaut werden muß, — sondern zugleich tasten wir ihn auch mit der innern Oberfläche der Wange und der Lippen, sowie mit den Zähnen; letztere tasten mit Hülfe der im Zahnkeim enthaltenen Nerven ziemlich scharf, so daß wir ein Sandkorn, ein Haar, als einen Gegenstand von ziemlicher Dicke zwischen den Zähnen wahrnehmen; allein wir vermögen nicht den Ort der Empfindung zu bestimmen, weil das Tasten mit den Zähnen wie mit einer dicken Sonde ausgeführt wird, mittelst welcher wir eben nur den Widerstand, nicht aber die Stelle des Widerstandes wahrnehmen können.

Die Zermalmung der Speisen erfolgt zur Hauptsache durch wiederholtes Auf- und Niederbewegen der Unterkinnlade, wobei die Lippen geschlossen sind. Gleichzeitig verschiebt sich die Unterkinnlade des Kauenden bald ein wenig nach der einen oder der andern Seite, bald etwas nach vorn und hinten. (Die besonderen Vorrichtungen dafür werden wir später bei Betrachtung der Eigenthümlichkeiten der Gelenke kennen lernen.) Durch diese an sich geringen Drehbewegungen wird der einfache Druck der Zähne gegen einander in eine schräg malmende Kaubewegung umgewandelt. Indem wir dabei von außen mit der Backe gegen den Bissen drücken, von innen den Zungenrand dicht anlegen, erhalten wir die Speisen zwischen den Backzähnen und bringen sie immer wieder, wenn sie beim Kauen zu beiden Seiten hervorquellen, auf die ihnen gehörige Stelle zurück. Gerathen zuweilen kleine Stücke zwischen die Zähne und die Wange, so holt sie von dort die Zungenspitze zurück.

Wir sehen hieraus, daß unsere Zunge, wenn auch in der Regel uns unbewußt, beim Kauen unausgesetzt thätig ist und mittelst ihrer feinen Tastempfindung eine beständige Oberaufsicht über das Kaugeschäft führt. (Bei Untersuchung der Zeitdauer für Nervenleitung ergab es sich, daß Tast-Berührungen oder kräftige elektrische Reize immer viel schneller zum Bewußtsein kamen, als Geschmacks-Erregungen, — und zwar an der Spitze der Zunge am schnellsten. (b) — Die eigenthümliche Zusammensetzung der Zunge aus Fleischfasern (welche wir bereits S. 423 f. kennen gelernt haben) macht ihr diese vielfache, schnelle und rastlose Thätigkeit möglich. Durch Zusammenziehung (Verkürzung) ihrer senkrecht stehenden Fleischfasern wird die Zunge breit und platt, legt sich also an den Innenraum der Backzähne an und schiebt den Bissen zwischen diese; — durch Zusammenziehung ihrer queren Fasern wird sie länger, wenn zugleich die Längsfasern erschlafft sind, oder dicker, wenn gleichzeitig auch die Längsfasern sich etwas zusammenziehen. Verkürzen sich gleichzeitig die Fasern der Länge, Breite und Dicke und die senkrecht liegenden, so bleibt die Zunge kurz, wird etwas dick und steinhart. Ziehen sich die Querfasern nur schwach zusammen, aber stärker die von vorn nach hinten gehenden Längsfasern, welche unmittelbar unter der Oberfläche der Zunge liegen, so rollt sich die Zunge nach hinten etwas zusammen, so daß die Spitze nach oben kommt; umgekehrt rollt sie sich nach unten, wenn unter gleichen Verhältnissen die zu unterst liegenden Längsfasern sich stärker zusammenziehen; oder endlich man kann die Zunge in Form einer Röhre zusammenschlagen, also beide Seitenränder erheben und einander nähern, wenn man nur die obern Querfasern zusammenzieht, wobei sich nach dem früher über die Wirkung der Querfasern Gesagten die Zunge etwas verlängert. Werden nur die untern Querfasern zusammengezogen, so wölbt sich der Zungenrücken, wie z. B. wenn man eine Beere oben am harten Gaumen zerdrückt, um den in ihr befindlichen Saft den Geschmackswärzchen zufließen zu lassen. Alle diese vielfachen Bewegungen der Zunge führen wir mit Hülfe der Einwirkungen des „Bewegungsnerven" (hypoglossus) aus, welchen wir auf der Tafel „die Nerven der Zunge" kennen gelernt haben.

Die Kaubewegungen des Menschen erfordern ziemliche Kraft. Versuche man doch eine Brodrinde oder einen Zwieback zwischen den Fingern zu zerdrücken, man wird bald bemerken, welcher bedeutende Kraftaufwand hierzu nöthig ist; die wenigsten Menschen dürften im Stande

sein, ohne Hin- und Herbewegen der Finger und der Hände durch geraden, gleichmäßigen Druck, dies auszuführen. Aber selbst Kinder zerbeißen einen Zwieback, eine Brodrinde ohne sonderliche Mühe. Die Kaumuskeln üben also bei ihrer Thätigkeit eine bedeutende Gewalt aus.

Um die beiden Kaumuskeln, welche dies hauptsächlich bewirken, kennen zu lernen, dienen Fig. 166 und 167. Der eine Kaumuskel Fig. 166 R und Fig. 167 M, musculus masseter, umfaßt den Unterkiefer, indem er sich an die äußere Fläche seines Winkels und seines breiten vor dem Gelenkköpfchen befindlichen Fortsatzes ansetzt. Der Muskel entspringt oben am Backenknochen, und zwar an dessen unterem Ende. Seine Abbildung in Fig. 167 M lehrt Jedem, daß er bei seiner Verkürzung nicht anders wirken könne, als die unteren Backenzähne kräftig gegen die oberen zu drücken, indem er die Kinnlade in die Höhe hebt. — Der zweite Kaumuskel, welcher etwas tiefer liegt, ist der Schläfenmuskel (Fig. 167 D, musculus temporalis), dessen Zusammenziehungen wir leicht fühlen können; wir brauchen nur die Hand an unsere Schläfen zu legen und dabei Kaubewegungen zu machen, indem wir die unteren Backzähne gegen die oberen anpressen, und wir fühlen, wie unter unserer Hand der Muskel dicker und härter wird, wie er bei seiner Verkürzung anschwillt. Auch bei kauenden Thieren, z. B. Hunden, ist er zu fühlen.

Fig. 166. Die oberflächliche Schicht der Kopf- und Halsmuskeln von vorn gesehen; die Muskeln sind in ihrer natürlichen Lage.

A A Die beiden Stirnmuskeln mit dem entsprechenden Theile der Sehnenhaube a a. — B B Die Augenlidschließer, deren Fasern sich nach außen mit dem Stirnmuskel vermischen und bei b mit dem innern Augenlidbande zusammenhängen. — c c Die inneren Lagen der Augenlidschließer unmittelbar auf den Lidknorpeln. — C Der Heber, — und D der Anzieher des äußeren Ohres; die vier kleineren Muskeln des äußeren Ohres liegen an den Stellen α β γ δ. — E Der gemeinschaftliche Aufheber des Nasenflügels und der Oberlippe. — F Der pyramidenförmige Nasenmuskel, in den vorderen Theil des Stirnmuskels übergehend. — G Der Zusammendrücker der Nase. — H Der eigene Heber der Oberlippe. — I Der kleine — und K der große Jochmuskel. — L Der Ring- und Schließmuskel des Mundes, welcher bei λ mit der Nasenscheidewand verbunden ist. — M Der Heber des Mundwinkels, und N der Herabzieher desselben. — O Der Herabzieher der Unterlippe. — P Der Hebemuskel des Kinnes. — Q Der Backen- und Trompeter-Muskel. — R Der Kaumuskel, gegen das Ohr hin, r der hintere tiefere Theil desselben, und bei + das Seitenband, welches den Gelenkfortsatz des Unterkiefers bedeckt. — S Der Haut-Halsmuskel, unter welchem sich unten bei s das Schlüsselbein erhebt und der oben bei ς in den Lachmuskel übergeht. — T Der untere Theil des „Kopfnickers“ mit t seinem inneren Ursprunge am Brustbeine*). — U Der vom Brustbein zum Zungenbein gehende Muskel. — V Ein sehr schmales Stück vom Brust-Schildknorpel-Muskel und darüber bei △ ein Stück von der vordern Wand der Luftröhre. — Hinten gegen den Nacken zu W der Mönchskappen-Muskel.

*) Vergleiche Figur 146.

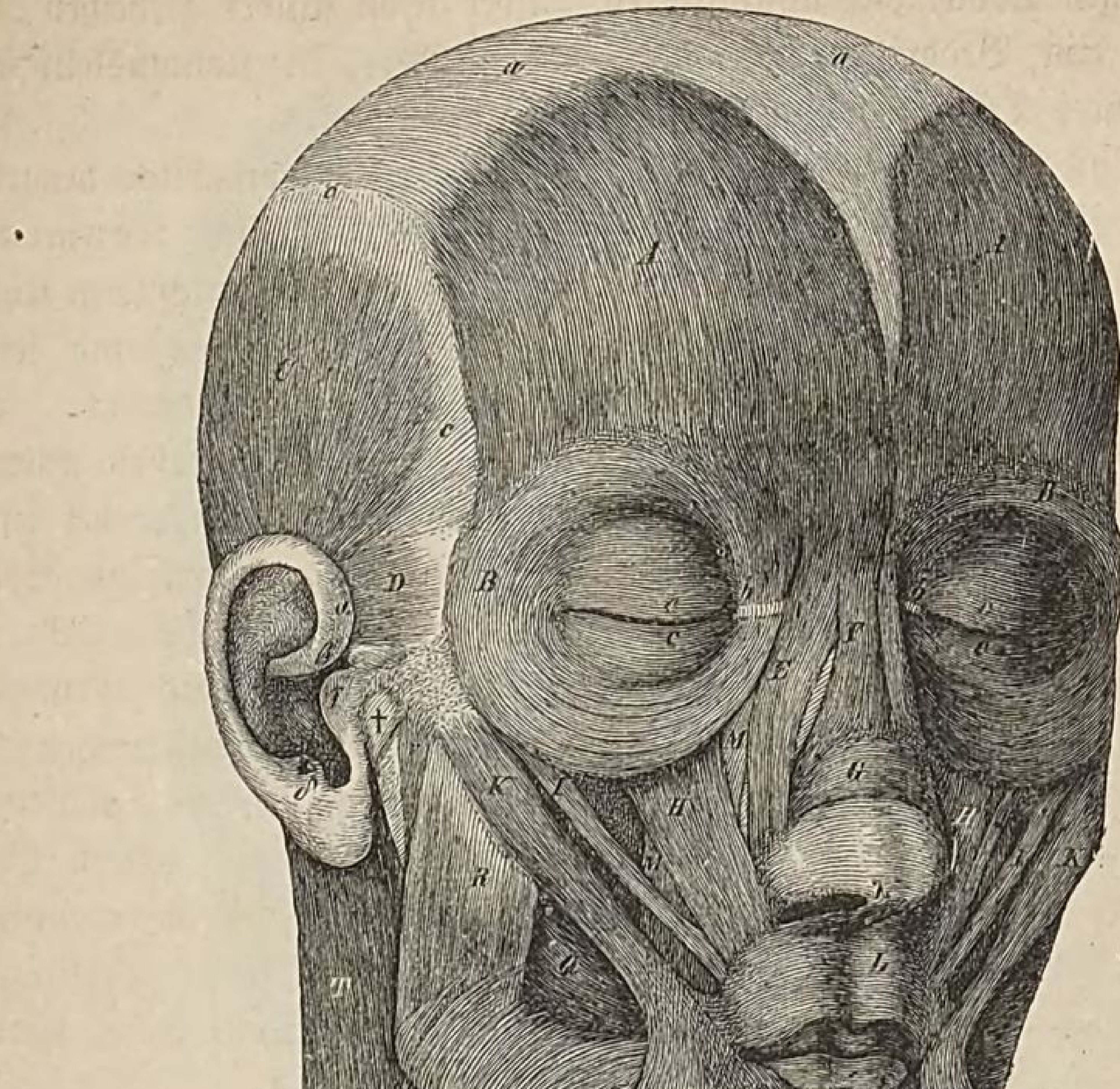


Fig. 166. Oberflächliche Kopf- und Halsmuskeln.

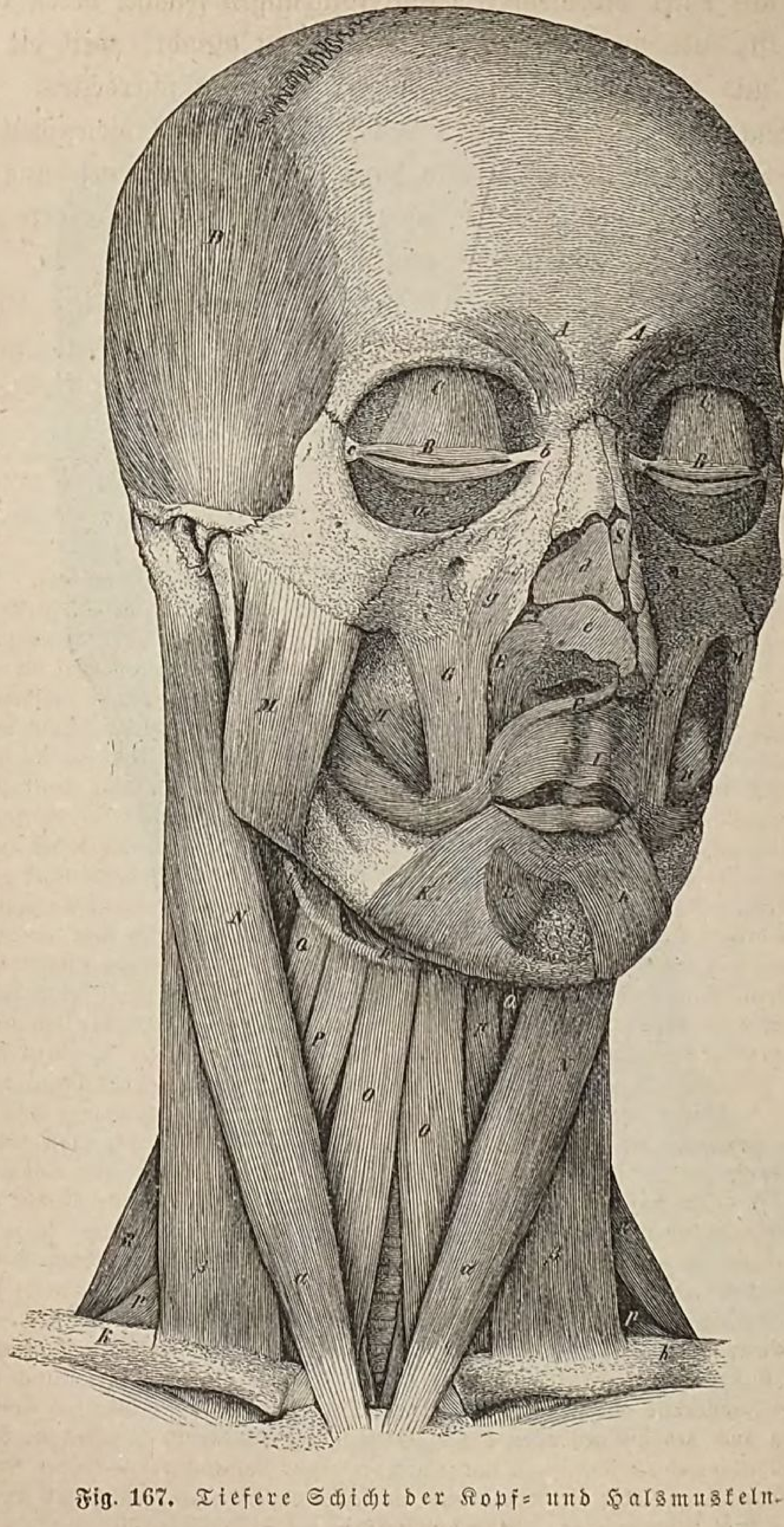


Fig. 167. Tiefere Schicht der Kopf- und Halsmuskeln.

Der Schläfenmuskel entspringt von der ganzen vordern Wand der Schläfengrube, also auf einer bedeutenden halbkreisförmigen Fläche, deren Umfang viel größer ist, als man im gewöhnlichen Leben glaubt, weil die äußere Ohrmuschel und die Haare einen Theil der Schläfen überdecken.

Außerdem sehen wir auf diesen beiden Abbildungen diejenigen Muskeln, welche die Wangen bilden und durch ihre Zusammenziehung ebenso die Formung des „Bissen" beim Kauen unterstützen, als sie den „mimischen" Ausdruck des Gesichtes hervorrufen. —

Betrachten wir an einem normalen Schädel (Fig. 168) die Schläfengrube, so sehen wir sie nach hinten und nach oben und vorn durch Knochenhervorragungen begrenzt. Nach unten geht ein freiliegender,

---

Fig. 167. Die tiefere Schicht der Kopf- und Hals-Muskeln von vorn in natürlicher Lage.

Nachdem der Stirnmuskel entfernt worden ist, sieht man A den Augenbrauenmuskel, sowie die innerste Lage vom Augenlidschließer B (in voriger Abbildung mit c bezeichnet); diese innerste Lage des Augenlidschließers, welche zunächst die Augenspalte umgibt, wird zuweilen auch der Wimpermuskel genannt. Man sieht nun unter dem obern Rande der Augenhöhlen C den Hebemuskel für die oberen Augenlider und in a die äußere Fläche der Bindehaut des Auges; — b inneres, — c äußeres Augenlidband. — Nachdem ferner das äußere Ohr mit seinen Muskeln nebst der sehnigen Haut der Schläfe abgelöst ist, zeigt sich D der Schläfenmuskel selbst, welcher sich unter dem Jochbeine an den Unterkieferknochen ansetzt und bei seiner Zusammenziehung den Unterkiefer mit großer Kraft emporhebt, die beiden Zahnreihen aneinander preßt; die hinteren Fasern dieses Muskels können zugleich den Unterkiefer etwas nach hinten ziehen. — Von den Muskeln der Nase ist nur noch E der Herabzieher des Nasenflügels e übrig; doch wird dieser Muskel zum Theil von F, dem Herabzieher der Nasenscheidewand, bedeckt. — G Der Heber des Mundwinkels liegt jetzt in seiner ganzen Ausdehnung frei, so daß man den breiten Ursprung desselben, namentlich den Theil g, deutlich sieht, welcher in der vorigen Abbildung nur zwischen dem Heber des Nasenflügels und der Oberlippe zum Theil sichtbar war; auch die Vermischung dieses Muskels mit den übrigen Lippenmuskeln, sowie mit h dem Backenmuskel kann man wahrnehmen. — I Der Mundschließer, — K der Herabzieher der Unterlippe liegen jetzt ganz frei, nachdem der Herabzieher des Mundwinkels entfernt worden ist. Auf der rechten Seite (also links vom Beschauer) ist ein Stück des Herabziehers der Unterlippe weggeschnitten, damit man L den Kinnheber in ganzer Größe sehen könne; die beiden Hebemuskeln des Kinnes stoßen in der Mitte zusammen und gehen bei l in die Haut des Kinnes über. — M Der Kaumuskel unmittelbar unter dem Jochbogen auf der äußern Fläche des Unterkiefers besteht aus zwei über einander liegenden Schichten, von denen man nur die vordere äußere Schicht sieht. Auch dieser Muskel hebt, wie der Schläfenmuskel D, den Unterkiefer in die Höhe und preßt die Zähne zusammen; kann jedoch zugleich den Unterkiefer ein wenig nach vorn bewegen. — Da auch die oberflächlichen Halsmuskeln entfernt worden sind, erblickt man nun die unter ihnen befindlichen: N den Kopfnicker mit seinen beiden unteren Hälften α β, welche sich an Brustbein und K K Schlüsselbeine ansetzen. — O. Der Brust-Zungenbeinmuskel. — P p Der Schulter-Zungenbeinmuskel. — Q Der Schildknorpel-Zungenbeinmuskel. — R Der Hebemuskel des Schulterblattes. — Unter dem Unterkiefer seitlich vom Kinn sieht man h das Zungenbein mit i seinem großen Horn durchschimmern. — Endlich sieht man in dieser Abbildung auch den größten Theil des knorpeligen und knöchernen Gerüstes der Nase, und zwar: s den Flügelknorpel der Nase, — d den seitlich dreieckigen Nasenknorpel, — S den Knorpel der Nasenscheidewand und über diesen Knorpeln die beiden Nasenknochen, welche sich an das Stirnbein ansetzen.

vom Schädel abstehender Knochenbogen beinahe wagerecht von der Gegend unmittelbar vor der Ohröffnung, woselbst der Unterkiefer mit seinem Gelenkköpfchen im Gelenke befestigt ist, bis vorn in die Gegend des Auges und der Nase; dieser Bogen schließt sich vorn an den Oberkieferknochen an. Fig. 155 (auf Seite 449) zeigt uns den Bogen abgeschnitten, und wir erblicken die hinter ihm liegende Wand des Oberkiefers mit dem

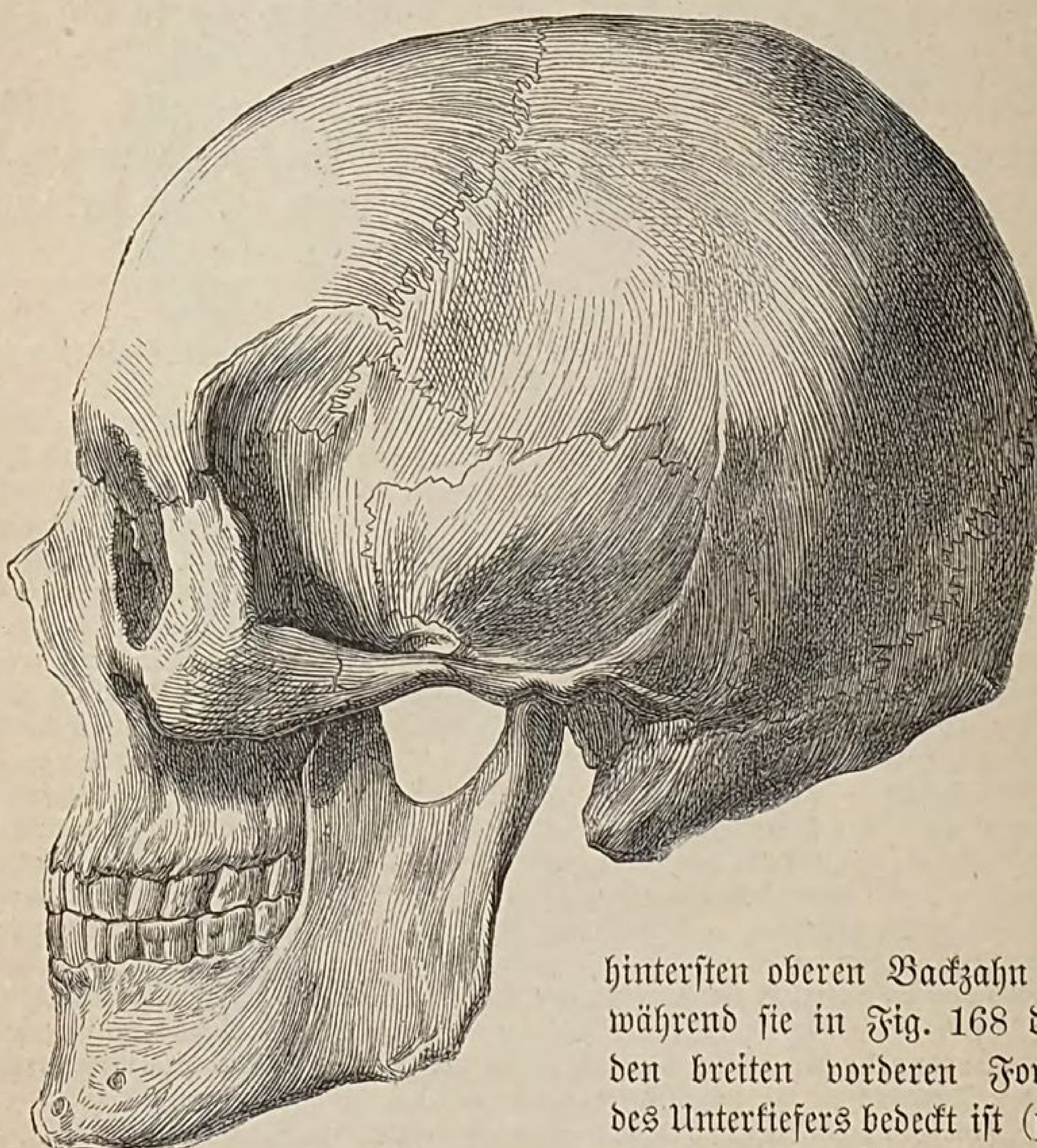


Fig. 168. Regelmäßig gebildeter Schädel.

hintersten oberen Backzahn frei, während sie in Fig. 168 durch den breiten vorderen Fortsatz des Unterkiefers bedeckt ist (processus coronoideus, Kronenfortsatz genannt) *). An diesen breiten Fortsatz setzt sich unterhalb des Jochbogens der Wange hindurchgreifend deren Schläfenmuskel an und zieht daher, ein wenig schräg nach vorn herabsteigend, bei seiner Zusammenziehung den Unterkiefer nicht nur kräftig herauf, sondern zugleich etwas nach rückwärts. — Wie bedeutend

*) Den Jochbogen von unten zeigt Fig. 174.

die Kraftwirkung dieser beiden gemeinsam arbeitenden Muskeln ist, lehrt nicht nur die Erfahrung des gewöhnlichen Kauens, sondern auch der einzelnen Kraftleistungen. Viele Personen können eine Nuß oder sogar einen Aprikosenkern durch eine einfache Kaubewegung zwischen den Zähnen zerbrechen (was freilich nicht gerade immer den Zähnen zum Vortheil

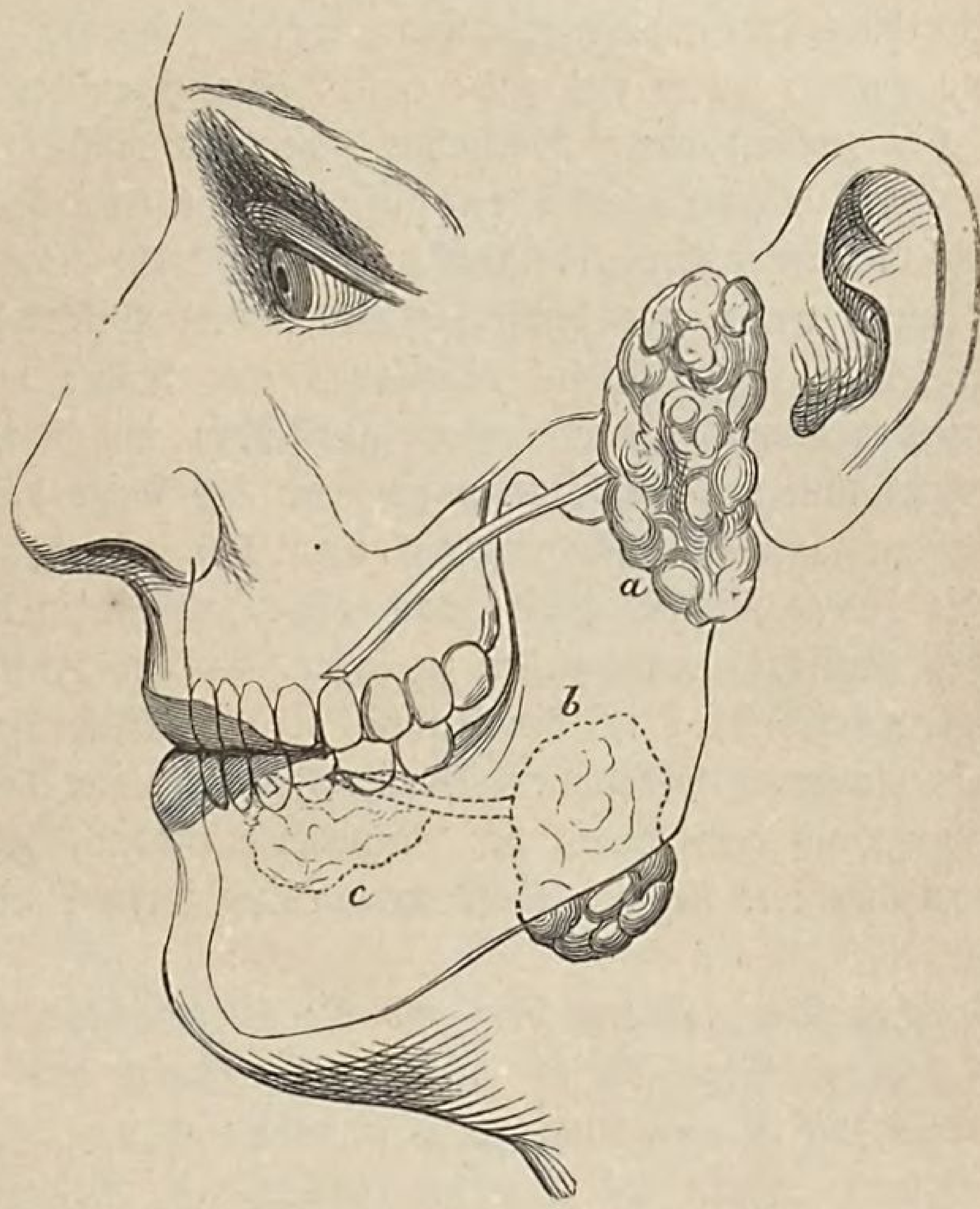


Fig. 169. Die Speicheldrüsen des Menschen in ihrer Lage am Kopfe.

gereichen dürfte); versuche doch Jemand diese Leistung durch langsame Zusammenziehung der Fingermuskeln oder mit irgend einem andern Muskel auszuführen. —

Während nun auf solche Weise mit Hülfe der Zähne, Wangen und Zunge die in den Mund gebrachte feste Speise in kleinere Stücke zertheilt wird, mischt sich dem Gekauten nicht nur Schleim (und Schleimhaut von der Oberfläche des Mundes) bei, sondern auch Speichel, das heißt die Absonderung der Speicheldrüsen.

Wir haben sechs Speicheldrüsen, von denen auf jeder Seite des Kopfes sich drei befinden. Die Ohrspeicheldrüse (auch Parotis genannt) ist die größte, von länglich rundlicher Gestalt, platt, etwa 1 3/4 Zoll lang und 1 1/2 Zoll breit. Sie liegt unmittelbar vor und unter dem äußern Ohre, nach vorn zum Theil den Kaumuskel bedeckend, nach hinten an den Kopfnickermuskel grenzend, Fig. 169 a. Der von ihr abgesonderte Speichel wird durch einen röhrenförmigen Ausführungsgang nach vorn in den Mund geleitet, wo er aus einer engen, länglich runden Mündung dem ersten oder zweiten obern Backzahne gegenüber einfließt. — Die Unterkieferdrüse (oder Kinnbackendrüse) ist nur etwa halb so groß, wie die Ohrspeicheldrüse, ebenfalls länglich, plattrundlich, liegt zur Seite des Zungenbeines, etwas vor demselben hinter dem Winkel des Unterkiefers, Fig. 169 b. Ihr Ausführungsgang, eine Röhre von dünner Haut, geht neben dem Geschmacksnerven nach vorn und durchbohrt die Mundschleimhaut unterhalb der Zungenspitze an der Seite des Zungenbändchens. Man kann die Mündung auf einer kleinen Erhöhung sehen, wenn man die Zunge mit der Spitze nach oben und hinten bewegt und dabei versucht, Speichel herausquellen zu lassen. — Die Zungendrüse (oder Unterzungendrüse) ist die kleinste der Speicheldrüsen unseres Mundes, von platter, fast halbmondförmiger Form, unter dem vordern Theile der Zunge auf dem Boden der Mundhöhle liegend, Fig. 169 c; sie ergießt durch mehrere kleinere Ausführungsgänge ihren Speichel in die Mundhöhle.

Die Speicheldrüsen sondern Tag und Nacht unausgesetzt Speichel ab, welcher sich mit Mundschleim mischt. Die Menge des täglich abgesonderten Speichels ist noch nicht genau bekannt und mag wol zwischen 1/2 und 2 Pfund binnen 24 Stunden schwanken. Bewegungen des Unterkiefers und der Zunge (beim Sprechen, Saugen, Kauen), Kitzeln des Gaumens (Gefühl der Uebelkeit), saure und salzige Speisen regen die Speichelabsonderung mächtig an, ja selbst die Vorstellung vermag es; wir brauchen nur an den Geschmack des Salats, der Zitrone, saurer Aepfel lebhaft zu denken, um die Speichelabsonderung zu vermehren. Es beweist dies, daß dieselbe vom Einflusse der Nerven abhängt; welche erhebliche Menge aber auf einmal abgesondert werden kann, geht aus der Beobachtung hervor, welche man an einem Pferde machte. Man hatte demselben den Ausgang der Speicheldrüse von außen aufgeschnitten und ein kleines silbernes Röhrchen eingebunden, um den abtropfenden Speichel

aufzufangen und auf seine Bestandtheile untersuchen zu können. Allein so lange das Thier in Ruhe war, kam fast gar kein Speichel aus dem Röhrchen hervor; als man ihm aber duftiges, frisches Heu vorhielt, spritzte die Menge des Speichels mit Gewalt wie aus einer Spritze heraus. Neuere Untersuchungen haben nachgewiesen, daß es genügt, den zur Speicheldrüse gehenden Nerven zu reizen, um minutenlang die Speichelabsonderung hervorzurufen, — ja, daß dies sogar am bereits getödteten Thiere möglich ist (c).

Aus diesen drei Drüsen wird die durchsichtige, wässerige Flüssigkeit des Speichels unter Einfluß der Kaubewegungen des Mundes abgesondert und fließt theils von oben aus der Parotis an den Backzähnen herunter, so daß sie sich unausgesetzt den Speisen beim Kauen beimengt, — theils wird sie aus dem untern vordern Theile der Mundhöhle mittelst der Zungenspitze, die bei ihren Bewegungen immer mit Speichel sich befeuchtet, dem Gekauten ohne unsern Willen und unsere Absicht zugeführt. Auf diese Weise wird der Bissen mit Speichel getränkt, oder, wie man sagt, „eingespeichelt".

Zugleich wird aber auch Luft den Speisen zugemischt. Da die Zunge den Innenraum des Mundes nicht vollständig erfüllt, so ist zwischen ihr und den Wänden der Mundhöhle immer eine Luftschicht vorhanden. Wenn nun die Speisen beim Kauen von den Zähnen zerkleinert werden, während sich ihnen zugleich die zähen Flüssigkeiten des Speichels und Mundschleimes beimischen, so werden bei den wiederholten Kaubewegungen eine Menge schaumartiger Bläschen gebildet, welche Luft umschließen und durch diese den gekauten Bissen zu einer weichen, schwammigen Masse gestalten, welche beim Herunterschlucken die zarten Organe des Schlundes weder zu drücken, noch zu verletzen im Stande ist. Dies ist wichtig, weil der Schlund den Bissen beim Verschlucken fest umschließen muß.

Die Bewegung des Schluckens, welche wir seit unserer Kindheit unzählige Male mühelos ausgeführt haben, besteht in einem äußerst zusammengesetzten Vorgange, bei welchem wie bei einem kunstreichen Mechanismus die Muskeln der Zunge, des Zungenbeines, des Gaumens, der Rachenhöhle, der Speiseröhre und des Kehlkopfes in regelrechter Aufeinanderfolge zusammenwirken müssen.

Man kann beim Schlucken drei verschiedene schnell auf einander folgende Abschnitte unterscheiden. Der erste besteht darin, daß wir den

gekauten (zerkleinerten, eingespeichelten und mit Luft versehenen) Bissen auf dem Rücken der Zunge sammeln, während wir gleichzeitig die Ränder der Zunge ein wenig erheben, so daß die Zunge röhrenförmig ausgehöhlt wird; zu gleicher Zeit erheben wir die Spitze der Zunge hinter den Zähnen gegen den harten Gaumen, drücken allmälig von der Zungenspitze gegen die Zungenwurzel hin die einzelnen Theile gegen den harten Gaumen an und zwingen so den Bissen, nach hinten zu rücken, als nach der einzigen Richtung, wohin er vor dem fortschreitenden Drucke ausweichen kann. Die Bewegung des Bissens mittelst des Druckes der Zunge gegen den harten Gaumen ist eine ähnliche wie die Bewegung eines Kirschkernes, welchen man zwischen zwei Fingerspitzen nimmt und durch Druck der Finger herausschnellen läßt. — Während des zweiten Zeitraums gleitet der Bissen über die Zungenwurzel hinweg in den Schlund und wird von diesem in die Speiseröhre befördert, — der dritte Abschnitt der Schluckbewegungen besteht darin, daß die Speiseröhre den Bissen dem Magen überliefert. Die letzten beiden Zeiträume sind dieselben beim Essen wie beim Trinken, während der erste beim Trinken abgeändert werden kann.

Wir erkennen zunächst, daß das Hinabschlucken von Speise und Trank in ganz anderer Weise vor sich geht, als wenn man etwa eine feste Speise in einen Sack, Flüssigkeit in eine Flasche füllt. Es sind die Wände des Speisekanals selbstthätig wirksam, die Nahrung in den Magen zu befördern. — Weiter aber lehrt uns aufmerksame Selbstbeobachtung, wie verschieden wir uns selber beim Vorgange des Schluckens verhalten. Während des ersten Zeitraumes sind alle Theile unserer Willkür unterworfen. Wir höhlen die Zunge, drücken sie an den harten Gaumen mit der Spitze an, vermehren den Druck nach hinten, schließen den Mund, nähern die Backen den Backzähnen, — — Alles ganz nach unserer Willkür. Wir können sogar mitten in der Ausführung die Bewegungen hemmen und können den Bissen wieder in den Mund vorbefördern; wir fühlen dabei die einzelnen Bestandtheile des Bissens, wir schmecken, was an ihm schmeckbar ist, und werden uns der Anwesenheit von Speise und Trank in unserer Mundhöhle klar bewußt. Ganz anders ist schon das Verhältniß während des zweiten Abschnittes. Sobald der Bissen über die Zunge hinweggeglitten ist und in den Schlundkopf gelangt, ist er auch unserer Willkür entzogen; er wird erfaßt und weiter befördert ohne unser Zuthun; wir vermögen die Schluckbewegung nicht zu hemmen, wir

vermögen den Bissen nicht wieder hervor zu bringen (als etwa durch Brechbewegung); während er in unserem Schlunde ist, fühlen und schmecken wir nur äußerst wenig von demselben; es gelangt seine Anwesenheit zu unserem Bewußtsein, aber wir gewinnen keine klare Vorstellung über seine Form und Zusammensetzung, er ist also unserem Willen entzogen, aber nicht völlig unserem Gefühle. Während des dritten Zeitraumes aber in der Speiseröhre haben wir nicht nur keinen Willen, sondern wir haben auch keine Ortswahrnehmung in Bezug auf die Fortbewegung des Bissens, wir vermögen seinen Eintritt in den Magen weder zu beschleunigen, noch zu verlangsamen, und wir haben für gewöhnlich keine Ahnung davon, in welchem Theile der Speiseröhre der hinabgleitende Bissen sich in diesem oder jenem Augenblicke befindet.

Der zweite Zeitraum des Schluckens verdient also unsere Aufmerksamkeit auch noch um deswillen, weil er die „Grenze" uns zeigt zwischen der willkürlichen und der unwillkürlichen Thätigkeit unseres Verdauungsorganes.

Verfolgen wir den Weg, welchen der Bissen in seinem zweiten Zeitraume machen muß, um aus der Mundhöhle in die Speiseröhre zu gelangen, so sehen wir, daß er dabei nach unten in den oben offenen Kehlkopf gelangen könnte, nach oben in die nach hinten offene Nase. Es müssen also diese beiden Seitenwege fest verschlossen sein, so lange der Bissen an ihnen vorübergleitet, damit er nirgendwo andershin als in die Speiseröhre gelangen könne.

Den Verschluß des Kehlkopfes führt die Zunge auf eine uns bereits bekannte Weise aus. Indem wir beim ersten Schluck-Zeitraume die Zungenspitze erheben und die Zunge nach hinten bewegen, drücken wir zugleich mit dem hintern Theile der Zunge, der Zungenwurzel, auf den elastischen Kehlkopfdeckel, beugen diesen nieder, so daß er wie der Deckel einer Schnupftabakdose die obere Oeffnung des Kehlkopfes verschließt, und daß Speise und Trank an dieser Oeffnung vorübergleiten, ohne in's Innere des Kehlkopfes zu kommen. Wenn demnach bei einer ungeschickt ausgeführten Schlingbewegung, bei ungenügendem Kauen der Speise, oder noch häufiger bei gleichzeitigem Einathmen — ein kleines Tröpfchen Flüssigkeit oder ein Krümchen Speise in den Kehlkopf gelangt, so wird dieses mittelst der Tastpapillen der Taschenbänder so deutlich wahrgenommen, daß es sofort Schmerz und heftige Hustenbewegungen veranlaßt, welche den Eindringling wiederum entfernen. Es ist also

ungestörte Nahrungsaufnahme nur dann möglich, wenn der Zugang in den Kehlkopf verschlossen ist.

Gleiches gilt von dem Zugang in die Nase. Gelangt uns ein wenig Speise oder Trank in die Nasenhöhle, so fühlen wir daselbst nicht nur schmerzhaftes Brennen, sondern auch einen heftigen Niesreiz, welcher ebenfalls das Eingedrungene herausbefördert.

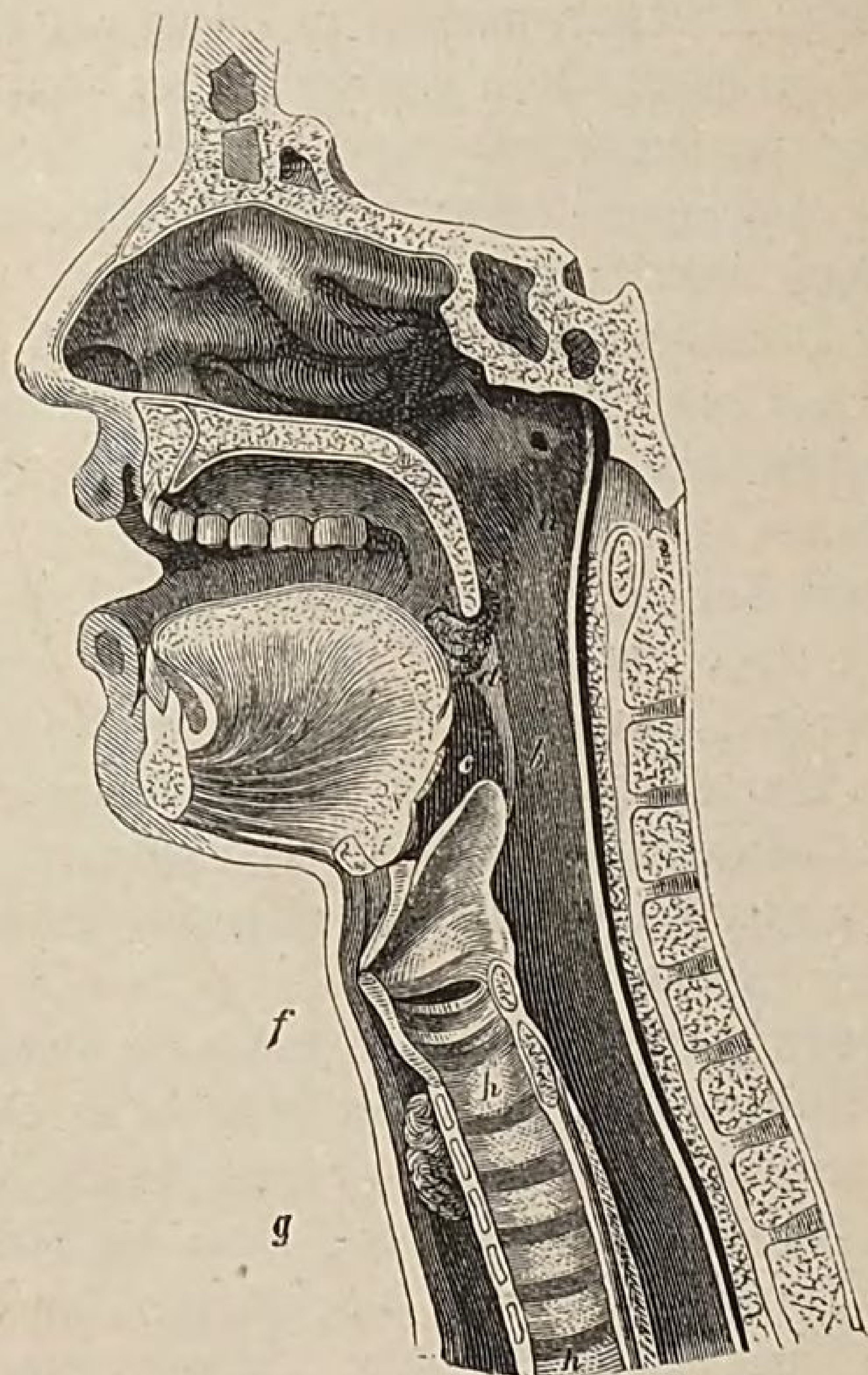


Fig. 170. Durchschnitt durch die Nase, Mund, Schlund, Speiseröhre.

Der Verschluß der Nasenhöhle wird mit Hülfe des weichen Gaumens ausgeführt. Diese Thatsache ist seit noch nicht ganz 40 Jahren genauer bekannt (d).

Um die einzelnen Theile des weichen Gaumens kennen zu lernen, dient am besten die Betrachtung des eigenen Gaumens in einem Spiegel. Man stellt sich zu diesem Zwecke mit einem Handspiegel an

ein Fenster, das Gesicht gegen das Licht gekehrt, den Kopf ein wenig zurückgebogen, öffnet den Mund und drückt den hintern Theil der Zunge mit dem Stiele eines Suppenlöffels herunter, wenn man nicht genug Herrschaft über die Zungenwurzel besitzt, um die Zunge glatt und möglichst tief im Munde zu erhalten. Dreht man den Kopf so, daß das Licht möglichst weit nach hinten in den Mund fällt, so wird man die einzelnen Theile der Rachenorgane deutlich sehen können. Singt man dabei hohe Töne mit Anstrengung, so stellt sich der weiche Gaumen so ein, daß man das vordere wie das hintere Gaumensegel und das Zäpfchen zu gleicher

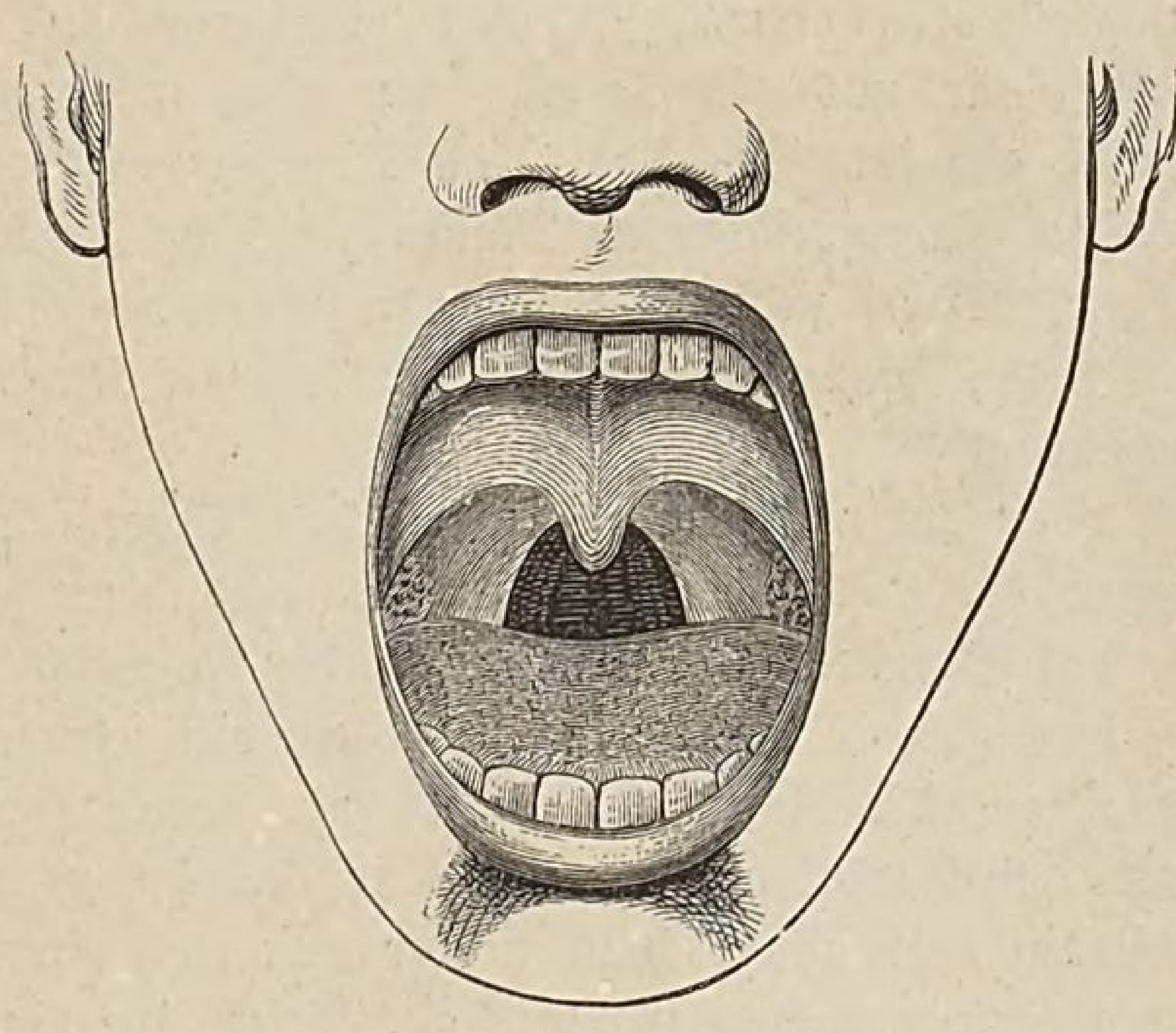


Fig. 171. Der übermäßig geöffnete Mund beim Singen hoher Töne.

Zeit übersieht (Fig. 171). Der vordere Gaumenvorhang des weichen Gaumens, welcher in der Mitte das Zäpfchen trägt, zieht sich hierbei in der Nähe des Zäpfchens ein wenig in die Höhe; man sieht, daß der vordere Gaumenvorhang wirklich wie ein Vorhang von oben nach unten hängt. Zu beiden Seiten unmittelbar hinter dem vordern Gaumenbogen und ein wenig von ihm verdeckt, liegen die beiden Mandeln (Tonsillen), und hinter diesen, also am weitesten nach hinten, befindet sich der hintere Gaumenbogen, welcher wie ein Zugvorhang von beiden Seiten nach der Mitte hin sich zusammenschieben kann. Beim Singen geschieht das nur ein wenig nach oben.

Sobald man aber mit dem Löffelstiele, den man im Munde hat, leise den hintern Gaumenvorhang berührt, so erregt man sich dadurch das Gefühl der Uebelkeit, und man sieht, sobald Brechneigung sich einstellt, wie der hintere Gaumenbogen pfeilschnell von beiden Seiten sich nach der Mitte bewegt, so daß beide Hälften in der Mitte zusammentreffen und nur noch eine gemeinsame Spalte zeigen, oder richtiger eine beiden gemeinsame Grenzlinie, ähnlich wie zwei vom Tischler aneinander geleimte Bretter. Man erkennt hieraus, daß der hintere Gaumenvorhang den Zugang zur Nase fest verschließen kann. Wie bereits erwähnt, ist dieser Verschluß fest genug, so daß in die Nase gespritztes Wasser nicht in den Mund hinabzufließen vermag (S. 474). Während des Erbrechens hat der Verschluß für uns den Nutzen, den Weg in entgegengesetzter Richtung, nämlich aus dem Schlunde in die Nase zu versperren, so daß die durch Erbrechen heraufbeförderten Massen nicht in die Nase einzudringen vermögen. Dabei zieht sich der vordere Gaumenvorhang hoch in die Höhe, und das Zäpfchen verkürzt sich, so daß der Weg nach vorn vollständig geöffnet ist.

Beim Schlingen muß der Verschluß des hintern Theiles der Mundhöhle gegen die Nasenhöhle hin ebenfalls vorhanden sein, damit nicht während des Schluckens die Speisen in die Nasenhöhle gelangen. Der Verschluß muß aber in diesem Augenblicke ein viel festerer sein, als beim Erbrechen, weil die Zunge den Bissen am harten Gaumen von vorn nach hinten mit Gewalt hinterpreßt und in den Schlundkopf hineindrückt. Der Bissen wird also auch zu gleicher Zeit nach hinten gedrückt, gerade gegen den hintern weichen Gaumen an. Hier hilft nun, um den Verschluß noch fester zu machen, das Zäpfchen mit. Uebt man sich vor dem Spiegel, mit geöffnetem Munde und möglichst niedergedrückter Zunge (oder richtiger schnell gehobener und augenblicklich wieder niedergedrückter) zu schlucken, so sieht man, wie der Zugang zu der Nasenöffnung im Augenblicke des Schlingens geschlossen wird. Der hintere Gaumenvorhang zieht sich von beiden Seiten blitzschnell zusammen, so daß beide Hälften sich einander nähern; die Mandeln treten ein wenig hervor und rücken nach innen, und der vordere Gaumenvorhang senkt sich herab, so daß seine Schenkel einen flacheren Bogen als vorher bilden, während das Zäpfchen zugleich erschlafft und nun herabhängend die Spalte in ihrer ganzen Länge bedeckt, welche die einander genäherten Schenkel des hintern Gaumenvorhanges etwa noch zwischen sich lassen. So ist auf diese Weise

die hintere Oeffnung der Nase vollständig verschlossen, eine widerstandsfähige Scheidewand zwischen Mundhöhle und Nasenhöhle hergestellt, wie dies aus den angegebenen Gründen beim Schlingen unbedingt nothwendig ist.

Der weiche Gaumen ist unausgesetzt beim „Schlucken", so wie beim „Sprechen" in Bewegung. Beim „Singen" durch den offenen Mund, wenn man nur Töne oder Vokale singt, bleibt der Zugang zur Nase immer offen, und weder der vordere Gaumenvorhang senkt sich herab, noch der hintere schließt sich quer; bei manchen Konsonanten dagegen, z. B. NG (in: Klang, Gang) legt sich die Zungenwurzel an das etwas herabtretende vordere Gaumensegel, und die Töne hallen dann in der Nasenhöhle wieder, weil ihnen der Zugang in den Mund versperrt ist, treten also durch ein anderes Ansatzrohr nach außen; bei hohen Tönen hebt sich der Gaumenvorhang in der Mitte, bei tiefen steht er niedriger; bei dem hinten gesprochenen Ch (z. B. in: Koch, Kuchen) nähern sich der hintere Theil der Zunge und der Gaumenvorhang einander, ohne sich zu berühren, so daß noch die zur Aussprache des Konsonanten nöthige Luft zwischen beiden durchgleiten kann; in ähnlicher Weise wird beim „Gaumen-R" der schnarrende Ton hervorgebracht; beim „Schnarchen" endlich (d. h. bei Athemholen mit offenem Munde im Schlafe) ist, wie immer im Schlafe, der weiche Gaumen erschlafft, während die Zungenwurzel erhoben worden ist, so daß die Luft nicht anders als mit Geräusch durch den kleinen Zwischenraum zwischen beiden hindurchgehen kann, während zugleich die dabei hin und her bewegten Gaumenvorhänge ein dem „Gaumen-R" ähnliches Geräusch hervorbringen. —

Wenn nun der Bissen durch die Schluckbewegungen der Zunge nach hinten geschoben worden ist (erster Zeitraum), und im Begriff, über die Zungenwurzel hinabzugleiten, zwischen dieser und den weichen Gaumenvorhängen sich befindet, welche den Zugang zur Nase versperren, — so befindet er sich jetzt im Eingange des Schlundkopfes; dieser erfaßt ihn und preßt ihn in die obere Oeffnung der Speiseröhre hinein (zweiter Zeitraum).

Soll jetzt der Bissen von der Zungenwurzel aus in den hintern Rachentheil gelangen und vom Schlundkopfe aufgenommen werden, so muß er in diesem den nöthigen Raum finden. Nach Fig. 170 wäre dies allerdings ohne weiteres der Fall, denn die Stelle, an welcher sich die Luftwege (aus Nase in Luftröhre) und die Speisewege (aus Mund in

Speiseröhre) kreuzen, ist in dieser Abbildung der größern Deutlichkeit und Uebersichtlichkeit wegen etwas länger und breiter gezeichnet worden, als sie gewöhnlich zu sein pflegt; das Verhältniß der Theile zu einander ist vielmehr so, daß der Kehlkopf nach unten und vorn gezogen worden ist, damit bei der Betrachtung der einzelnen Theile leichter von einander sich scheiden. Wir finden die Organe dieser Stelle aber in ihrer richtigen Lage in der Doppeltafel V, VI: „die inneren Organe des Menschen.“ Gerade deßhalb, um die richtige Lage der Theile im Zustande der Ruhe kennen zu lernen, hat man sich der mühevollen Arbeit unterzogen, eine durch künstliche Kältemischung zum völligen Durchfrieren gebrachte Leiche zu durchsägen und Stück für Stück der inneren Theile zuerst durch aufgelegtes Bauspapier durchzuzeichnen und dann in einer Abbildung wiederzugeben. Wir haben also auf dieser Tafel die Lage der inneren Theile,

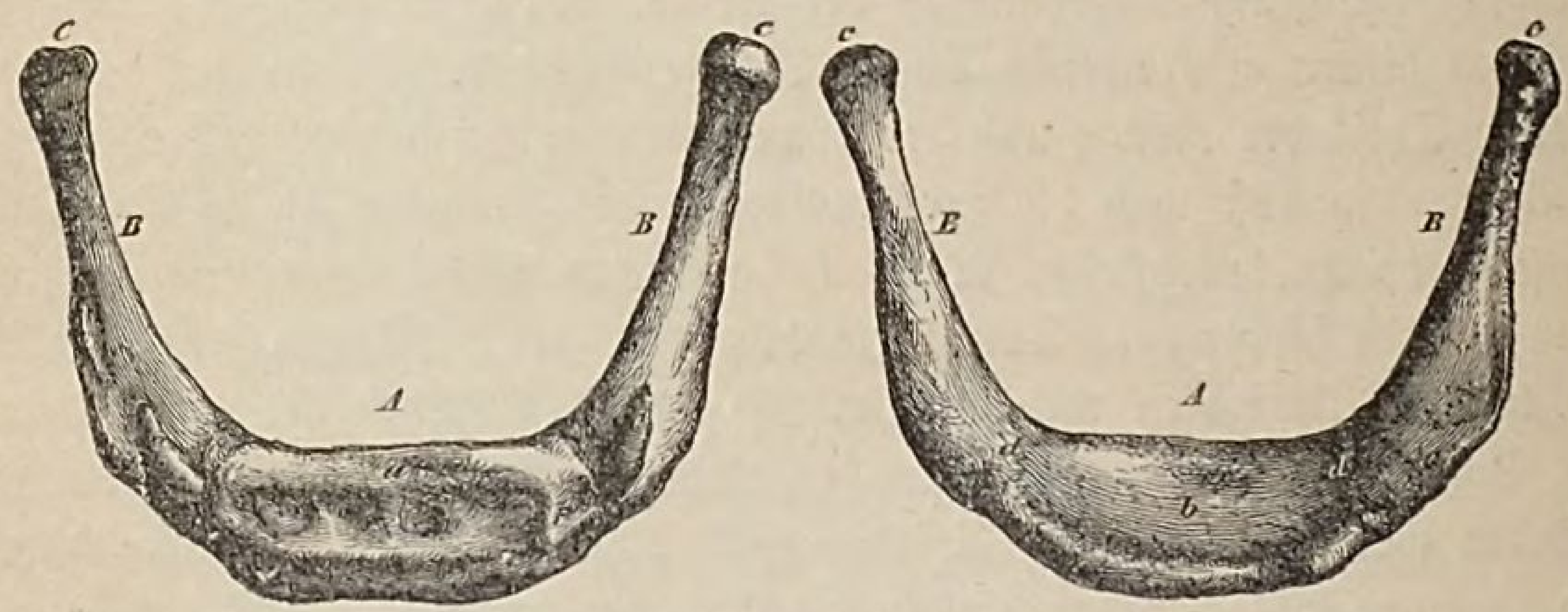


Fig. 172. Das Zungenbein.

wie sie im Leben sind. Vergleichen wir nun die Gegend der Zungenwurzel, des Zäpfchens und des Schlundes mit Fig. 170, so sehen wir, daß das Zäpfchen an der hintern Rachenwand anliegt (oberhalb desselben öffnet sich die Ohrtrompete in den Rachen); zwischen Zunge und hinterer Rachenwand ist ebenfalls wenig Raum, und der eigentliche Schlund zwischen Zunge und Kehlkopfdeckel und zwischen diesem und der hintern Schlundwand unmittelbar vor den Halswirbeln besteht ebenfalls nur aus einem kleinen Raume, nämlich auf dem Durchschnitte aus zwei in Form eines Winkels mit einander verbundenen Spalten, also im Leben aus einem sehr engen Raume. — Man erkennt bei Betrachtung dieser Theile und ihrer Lage auf der Doppeltafel, daß der Bissen im Schlunde keinen Platz findet, sondern daß ihm erst der nöthige Raum geschaffen werden muß. Dies geschieht mit Hülfe des Zungenbeins.

Wir haben bereits früher (S. 424) das Zungenbein kennen gelernt und gesehen, wie es ein hufeisenförmiger Knochen ist, welcher am obern Theile des Halses zwischen Kehlkopf und Kinn sich befindet und durch verschiedene von ihm ausgehende Muskeln an seiner Stelle erhalten wird, während er hinwiederum dazu dient, diesen Muskeln einen Ansatz zu gewähren und dadurch andere Organe in ihrer Lage zu erhalten. Der an den großen Hörnern des Zungenbeines zu beiden Seiten angewachsene Muskel zieht, wie wir sahen, die Zunge nach hinten und unten in die

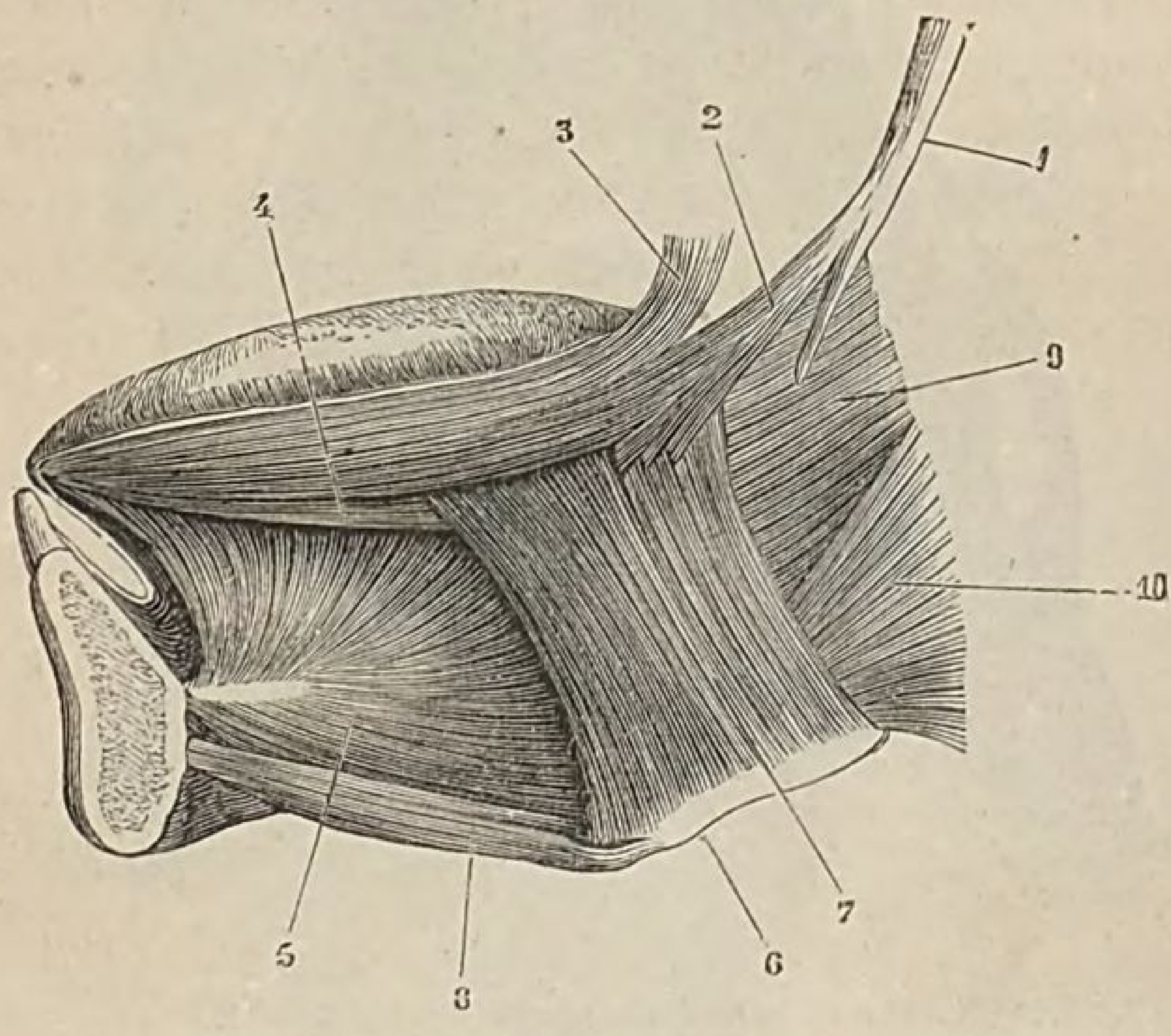


Fig. 173. Die Zunge und ihre Muskeln.

Mundhöhle zurück (Fig. 173 und 148, 7), vorausgesetzt, daß das Zungenbein durch andere Muskeln an seiner Stelle erhalten wird; wäre dies nicht der Fall und wäre wegen Erschlaffung der unteren Muskeln das Zungenbein frei beweglich im Halse, und die Zunge wäre in der Mundhöhle festgehalten, so würde vielmehr bei der Zusammenziehung dieses Muskels das Zungenbein von ihm nach oben bewegt werden; oder könnten beide Theile ihre Stelle verändern, ohne durch andere Muskeln behindert zu werden, so würde die Zusammenziehung jenes Muskels Zunge und Zungenbein gegen einander bewegen. Das Letztere geschieht. Sobald der Bissen in den Schlundkopf eintritt, wird nicht nur die Zunge herabgedrückt, sondern auch gleichzeitig das Zungenbein mit großer Gewalt nach oben und vorn gezogen, indem die zwischen ihm und der Innenseite des

Kinnes befindlichen Muskeln sich zusammenziehen. Der Muskelapparat um und an dem Zungenbeine ist aus vielen einzelnen Theilen zusammengesetzt, und ohne eine Abbildung würde es schwer sein, eine Vorstellung desselben zu gewinnen.

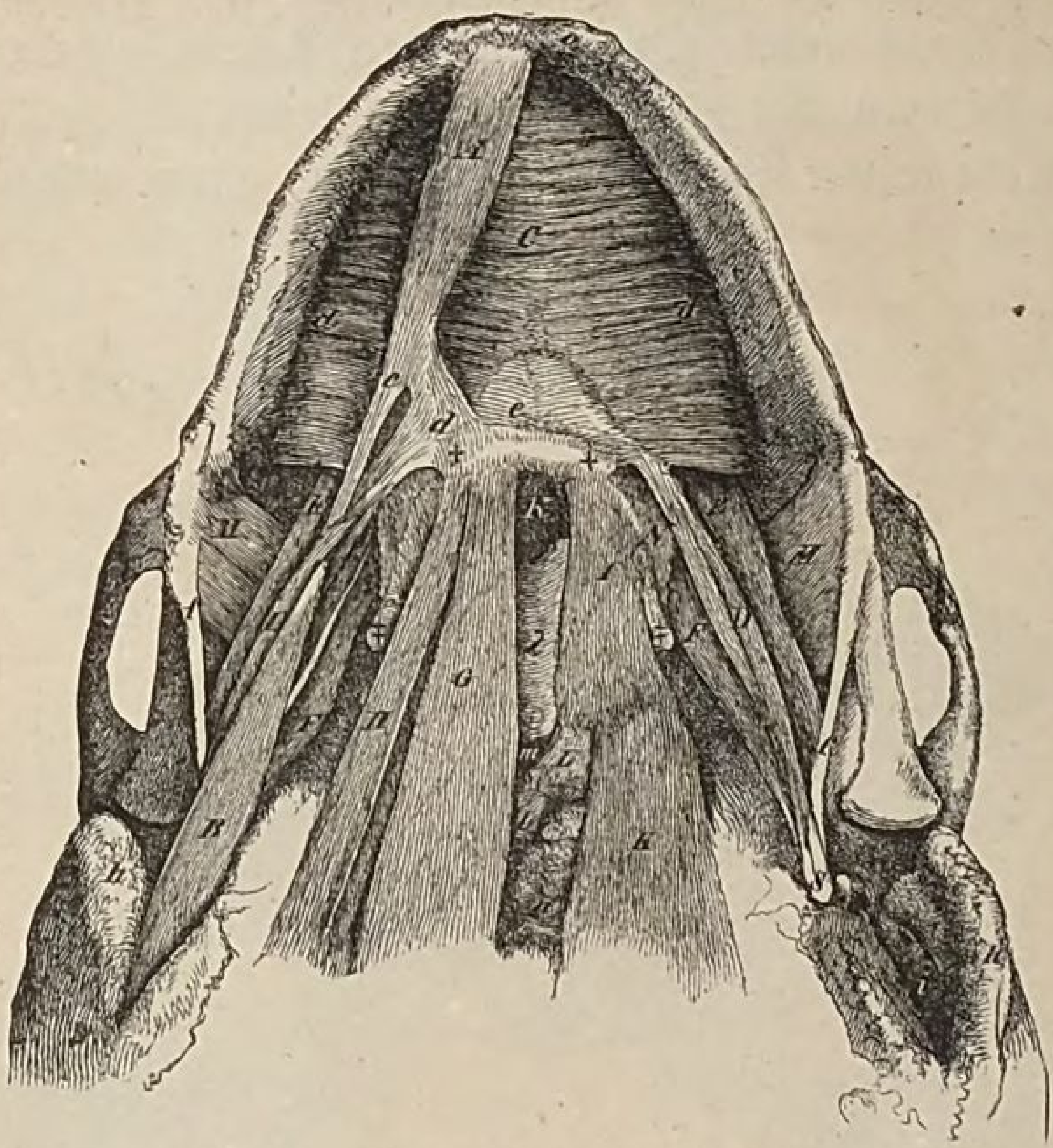


Fig. 174. Die Muskeln des Unterkiefers und des Zungenbeines von unten gesehen. (1/2 natürlicher Größe.)

Auf der rechten Seite (also vom Beschauer links) übersieht man den ganzen Verlauf des doppelbauchigen Unterkiefermuskels, nämlich A von der inneren Seite des Kinnes ausgehend den vordern Bauch, der in eine zwischen beiden Muskelbäuchen befindliche Sehne c endigt, welche in den hintern Bauch B sich fortsetzt. — C Der Muskel zwischen Unterkiefer und Zungenbein, der bei d d von der inneren Seite des Unterkiefers entspringt und durch ein Stück Sehnengewebe e mit dem Zungenbeinkörper + + fest verbunden ist. Eine ähnliche Sehnenverbindung findet sich zwischen dem Zungenbein und der Zwischensehne des doppelbauchigen Muskels und ist zwischen c und + mit d bezeichnet. — D Der Muskel zwischen Zungenbein und Griffelfortsatz, g der Griffelfortsatz, von welchem auch E der Griffelzungen- und F der Griffelschlundkopf-Muskel entspringt. — f ein sehniges Band, geht vom Griffelfortsatz zum Unterkiefer und hilft diesen bei den Kaubewegungen an seiner Stelle erhalten; der Griffelzungenmuskel hängt mit diesem Bande zusammen. — G und H die oberen Theile der Brust- und Schulter-Zungenbeinmuskeln. I Zungenbeinschildknorpelmuskel. L ein Theil des Ringschildknorpelmuskels. X Die Haut zwischen Zungenbein und λ dem Schildknorpel. — m ein Band des Kehlkopfes (Lig. cricothyrloid. med.). — l der Ringknorpel. — n ein Stückchen der Schilddrüse. — h der Warzenfortsatz des Schädels mit i seinem Einschnitte, in welchem sich der hintere Bauch des doppelbauchigen Unterkiefermuskels ansetzt. — M der innere Kaumuskel (M. pterygoideus int.) — N ein Theil des von Zungenbein zur Zunge gehenden Muskels. — ‡ die großen Hörner des Zungenbeins. — O Grube vorn an der inneren Fläche des Unterkiefers, in welcher sich der vordere Bauch des zweibauchigen Kiefermuskels der linken Seite befestigt hatte.

Wir sehen in Fig. 174 den von Haut und Fett befreiten Unterkiefer von unten, das Kinn nach oben gerichtet. Der Unterkiefer bildet die Form eines langgezogenen Hufeisens. Neben seinem Winkel sehen wir zu beiden Seiten die Jochbögen hervorragen und einen Ring bilden, durch welchen, wie erwähnt der große Kaumuskel (Fig. 167, D) von den Schlä-

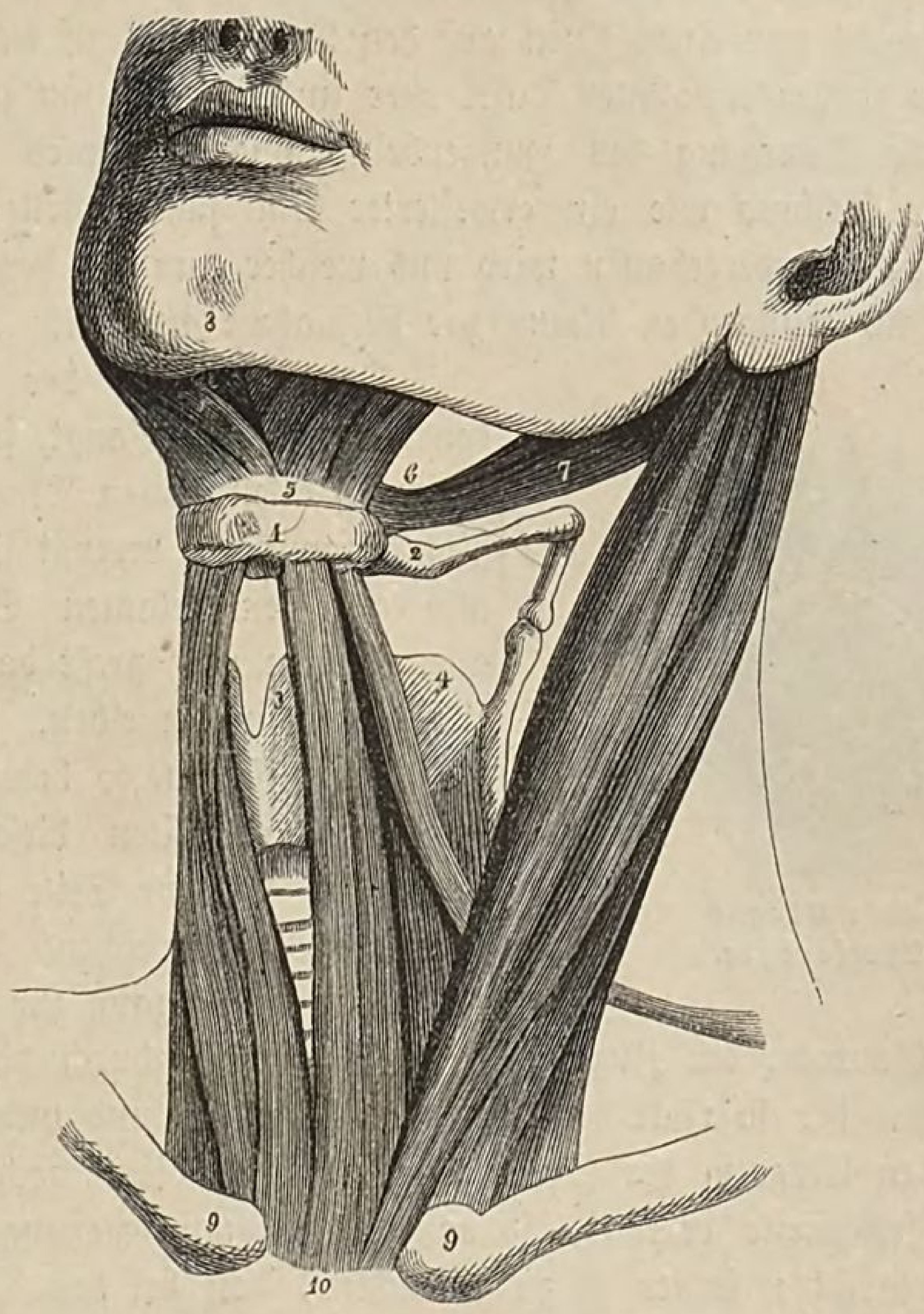


Fig. 175. Zungenbein und Kehlkopf in ihrer Verbindung.

fen absteigt und sich am Kronenfortsatz des Unterkiefers festsetzt. Das hufeisenförmige Zungenbein ǂ + + ǂ sieht man im Innenraum des Unterkiefers liegen, durch zahlreiche von ihm ausgehende Muskeln und Bänder mit der Umgebung in Verbindung. Durch diese Muskeln kann das Zungenbein gehoben, herabgezogen, zur Seite, nach vorn bewegt werden, — vorausgesetzt immer, daß die Muskeln der entgegengesetzten

Richtung erschlafft sind. Beim Schlucken nun wird das Zungenbein nach oben und vorn bewegt, und da der Kehlkopf am Zungenbein aufgehangen ist (Fig. 175), macht auch dieser Bewegung nach vorn und oben mit. Wir können dies fühlen, wenn wir die Finger an den Kehlkopf legen und die Schluckbewegung ausführen; in demselben Augenblicke steigt der Kehlkopf in die Höhe und das Zungenbein schiebt sich nach vorn.

Man braucht nur einen Blick auf den Durchschnitt zu werfen, entweder auf der früher erwähnten Tafel oder in Fig. 170, um zu erkennen, daß durch jede Bewegung des Zungenbeins und Kehlkopfes nach vorn und oben der Schlund wie ein erweiterter Sack sich darstellt, der vom Zungenbein auseinandergehalten wird und welcher nun dem herabfallenden Bissen mehr als genügenden Raum zur Aufnahme gewährt.

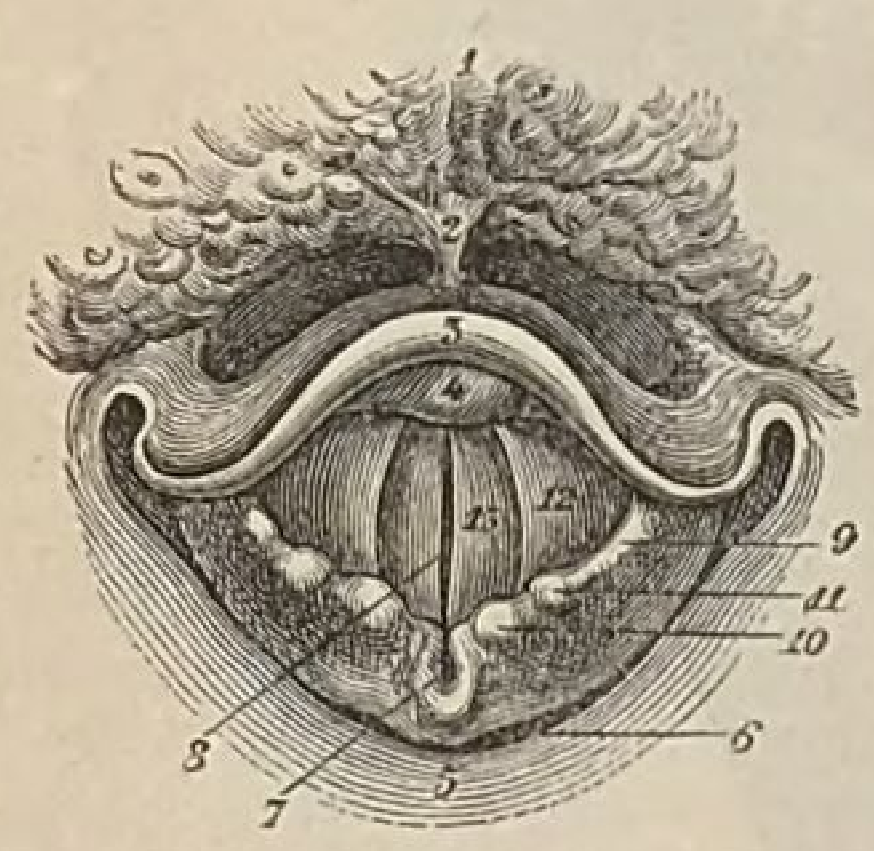


Fig. 176. Der Eingang in die Speiseröhre.

Kaum aber ist der Bissen in den Schlundkopf gelangt, so zieht sich dieser in allen seinen Muskeln energisch zusammen, verengt sich, drückt also auf den gekauten Bissen von allen Seiten und preßt dadurch noch etwas Luft in denselben. Der Druck auf den Bissen ist so bedeutend, daß er durch Fortgleiten diesem Drucke ausweicht. Da zur Seite keine Möglichkeit des Ausweichens besteht, da nach oben der Zugang zur Nase durch den weichen Gaumen, der Zugang in die Mundhöhle durch die Zungenwurzel versperrt ist, so rückt der Bissen nach hinten und unten und gelangt so in den Eingang der Speiseröhre. Hierzu dient noch, daß der Schlund sich strichweise verengt, so daß die Zusammenziehung von vorn nach hinten vorrückt; ferner ist zu beobachten, daß bei den Bewegungen des weichen Gaumens die Mandeln etwas nach oben und vorn gehoben und durch die umgebenden Muskeln gedrückt wurden, wodurch aus ihnen wie aus einem Schwamme etwas zäher Schleim hervorgedrückt wird, welcher auf der Oberfläche des vorbeigleitenden Bissens hängen bleibt, daher diese Oberfläche schlüpfrig und zum Weitergleiten im Schlunde geschickt macht; — endlich dient zur Erleichterung für das Eindringen des Bissens in die Speiseröhre, daß der Kehlkopf mit dem Zungenbeine nach oben und vorn geht und daher die Oeffnung des Eingangs sich erweitert.

Das Spiegelbild des Kehlkopfes im Kehlkopfspiegel zeigt uns in Uebereinstimmung mit dem Durchschnitte am gefrorenen Leichname, daß der Eingang in die Speiseröhre (Fig. 176, 6) für gewöhnlich eine enge Spalte ist, ähnlich einer Mundspalte. Wenn aber der Kehlkopf nach vorn sich bewegt (also in der vorliegenden Abbildung nach oben), so wird dadurch diese Mundspalte geöffnet, und der Bissen kann hinabgleiten, während bei der nachfolgenden Bewegung der Zusammenziehung des Schlundkopfes, wobei Zungenbein und Kehlkopf wieder herabsteigen, auch sofort die Spalte hinter dem eingedrungenen Bissen sich wiederum schließt.

Die Bewegungen, welche der Schlundkopf während des zweiten Zeitraumes beim Schlucken, — oder richtiger während der zweiten Wegstrecke, — für den hinabgleitenden Bissen ausführt, bestehen also in einer plötzlichen Erweiterung und einer ebenso plötzlichen und unmittelbar darauf folgenden Zusammenziehung. Da die hintere Wand des Schlundkopfes an die Wirbelsäule fest angewachsen ist, so kann diese sich weder erweitern noch zusammenziehen, sondern der Schlundkopf wird nur weiter, indem die vorderen Theile sich von der hintern Wand entfernen, und enger, indem sie sich ihr nähern. Wir sehen, daß Beides zugleich mit Bewegungen nach oben und unten verbunden ist.

Schlundkopf und Speiseröhreeingang verhalten sich also beim Schlingen wie Mundhöhle und Mund, welche weit geöffnet werden zur Aufnahme des Bissens, welche sich aber unmittelbar nach der Aufnahme verschließen und verengen.



Fig. 177. Die Muskeln des Schlundkopfes von der Seite, nach Entfernung eines Theiles vom linken Unterkiefer.

1 Luftröhre. — 2 Ringknorpel des Kehlkopfs. — 3 Ligamentum cricothyroideum medium. — 4 Schildknorpel. — 5 Membrana thyreohyoideá. — 6 Zungenbein. — 7 Das vom stielförmigen Fortsatz zum Zungenbein gehende Band (ligamentum stylohyoideum). — 8 Speiseröhre. — 9 Der innere, 10 der mittlere und 11 der obere Muskel, welche den Schlund verengen (constrictores pharyngis). — 12 Der vom stielförmigen Fortsatz zum Schlund gehende Muskel, an der Stelle durchschnitten, wo er zwischen dem obern und untern Schlundkopfschnürer hindurchtritt; er zieht den Schlund nach oben. — 13 Der Theil des Schlundkopfes, welcher keine Muskeln hat. — 14 Ein Stück Sehnenhaut zwischen Schlundkopf und Wangenmuskel (ligamentum pteryomaxillare). — 15 Der Backenmuskel. — 16 Schließmuskel des Mundes. — 17 Muskel zwischen Kinn und Zungenbein, zieht letzteres gegen das Kinn hin.

Bei der letztern Bewegung, bei der Verengerung, preßt der Schlund auf den Bissen und schiebt ihn vor sich her in die geöffnete Speiseröhre. Unsere Schlundmuskeln führen somit das Nämliche aus, was der Fleischer thut, wenn er den gehackten Wurstbrei in einen Darm hineinstreicht, um durch Füllung dieses Darmes eine Wurst herzustellen. Der Unterschied liegt nur darin, daß unsere Speiseröhre sich in dem Augenblicke öffnet, in welchem der Bissen in sie hineingeschoben wird, während der Darm, welcher die Schale der Wurst bilden soll, durch ein ringförmiges Instrument unausgesetzt offen gehalten wird.

Der Vergleich läßt sich aber ganz zutreffend weiter führen. Wenn der Fleischer in das von ihm senkrecht gehaltene Darmstück Wurstbrei eingeschoben hat, so schließt er den Darm unterhalb des Ringes, an welchem er befestigt ist, mit zwei Fingern, und mit diesen von oben nach unten herabgleitend bewirkt er eine Verengerung des Darmes, welche strichweise vorwärts schreitet und welche, den Wurstbrei vor sich her schiebend, ihn nach unten gelangen läßt. Genau dasselbe findet während des dritten Zeitraumes beim Schlucken in unserer Speiseröhre statt, — nur mit dem Unterschiede, daß nicht ein anderes Organ an ihr herabgleitend sie verengt, sondern daß sie sich selbstthätig durch ihre Muskeln zusammenzieht.



Fig. 178. Die Speiseröhre quer durchschnitten.

Die Speiseröhre besteht aus einer ziemlich festen Haut von Bindegewebsfasern, ähnlich wie die unterhalb der Schleimhaut liegende Haut. Diese Haut ist nach außen umgeben von ringförmig dieselben umziehenden Quermuskelfasern; indem diese Quermuskeln sich zusammenziehen, verengen sie die Speiseröhre und bewirken mithin ganz das Nämliche, was beim Wurstdarm der Fleischer mit seinen Fingern ausführt. Für gewöhnlich sind diese ringförmigen Muskeln immer etwas zusammengezogen, so daß dadurch der Innenraum nicht nur verengt, sondern auch die minder elastische häutige Röhre gezwungen wird, nach innen vorspringende Längsfalten zu bilden (Fig. 178). Außerdem befinden sich an der Speiseröhre noch weiter nach außen über der Querlage der Muskelfasern auch noch Längsfasern, welche in der Längsrichtung die Speiseröhre überziehen und eine zu große Verlängerung derselben (theils durch den beim Schlucken sie hinaufziehenden

Kehlkopf, theils durch den mit seinem Gewichte sie nach unten ziehenden Magen) verhüten.

Die drei Zeiträume und Wegstrecken des Schlingens nehmen verschiedene Zeitdauer in Anspruch. Den ersten Zeitraum des Kauens können wir ziemlich beliebig verlängern und verkürzen; er ist ganz in unsere Willkür gelegt. Der zweite Zeitraum, in welchem Schlundkopf und Speiseröhre aufschnappen und zuschnappen, geschieht ohne unser Zuthun plötzlich. Alle Bewegungen werden fast zu gleicher Zeit ausgeführt, so daß das Aufheben des Kehlkopfes, sowie das Oeffnen der Speiseröhre mit dem Niederziehen des vordern und dem Querzusammenziehen des hintern Gaumensegels, so wie mit der Bewegung der Zunge der Zeit nach beinahe zusammenfallen. Hat nun aber der erweiterte und hinaufgezogene Schlundkopf den Bissen aufgenommen, zieht er sich unmittelbar darauf zusammen und hinab und übergibt den Bissen der Speiseröhre, so erschlafft hierauf der Schlundkopf, der Deckel des Kehlkopfes geht seiner Elasticität gemäß in die Höhe, und die Speiseröhre, der eigentliche Schlund, führt nun durch ihre fortschreitenden Zusammenziehungen das Hinunterdrücken des Bissens auf der dritten Wegstrecke aus, welches ziemlich langsam geschieht. Wenn man, ohne erhitzt zu sein, eine sehr kalte Speise ißt oder einen Schluck kaltes Wasser trinkt, so fühlt man das allmälige Hinabgleiten; ebenso wenn man aus Versehen einen Löffel sehr heiße Suppe oder einen Schluck heißes Getränk genießt. Wurde ein ungewöhnlich großer Bissen hinabgeschluckt, welcher durch Reibung an der Wand der Speiseröhre einigen Widerstand leistet, so kann das Hinabschlucken eine halbe Minute und länger währen, wobei man das Gefühl eines unangenehmen Druckes hat. An Thieren, z. B. an magern Pferden, kann man beim Fressen und Saufen das Hinabgleiten des Bissens in der Speiseröhre recht gut beobachten. Der Bissen würde noch viel schwieriger in der Speiseröhre hinabgleiten, wäre er nicht durch den Speichel der Speicheldrüsen, durch den von zahlreichen traubenförmigen Schleimdrüschen im hintern Theile des Mundes und der Rachenhöhle abgesonderten Schleim, so wie durch den Schleim der Mandeln glatt und schlüpfrig geworden.

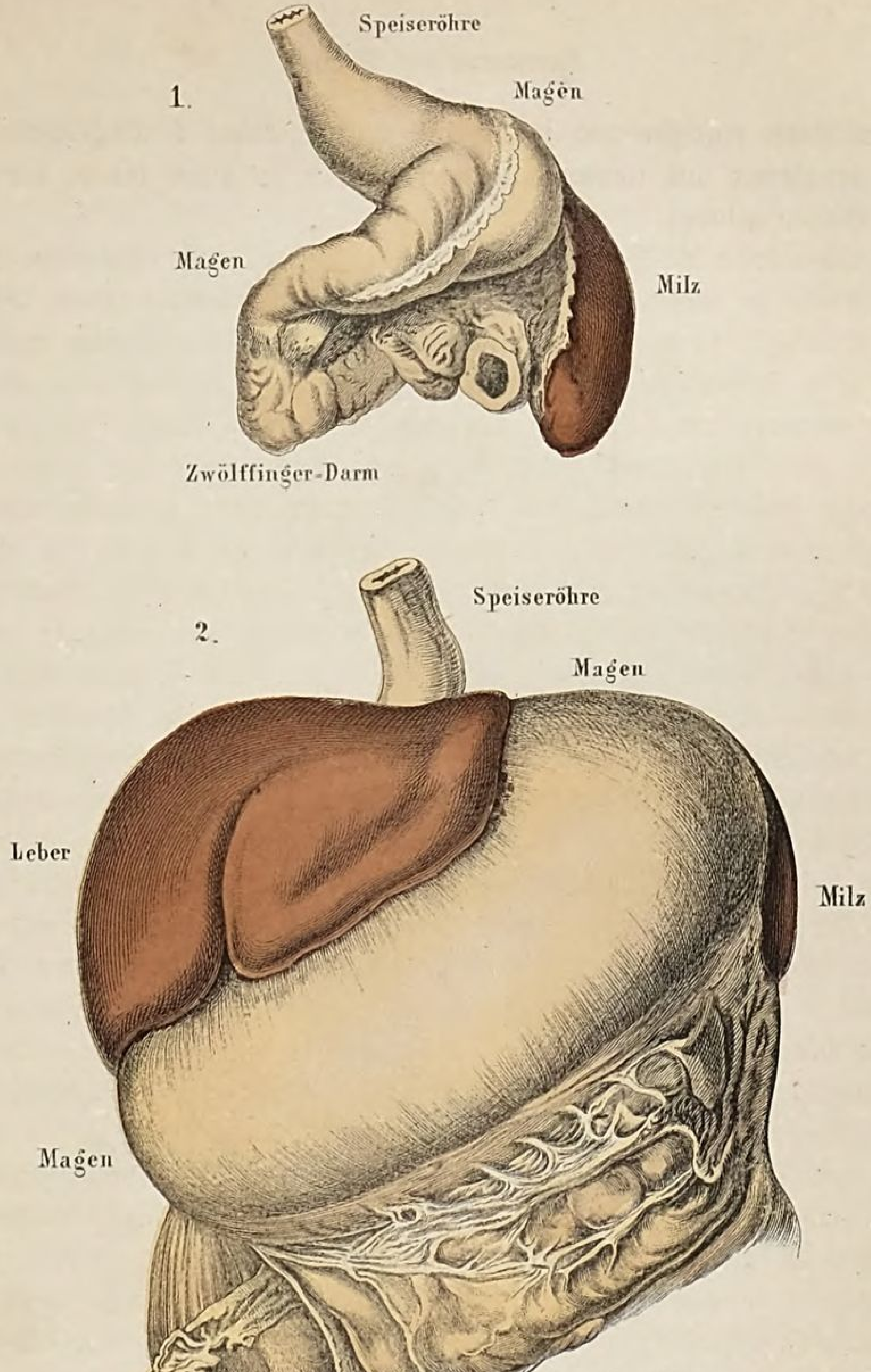
Der untere Theil der Speiseröhre scheint sich minder kräftig beim Schlucken zusammenzuziehen; er ist auch im Leben mehr erweitert und erschlafft (wie der Durchschnitt auf Tafel V, VI lehrt). Das Verschlucken des Bissens scheint um so langsamer vor sich zu gehen, je mehr der Bissen gegen den Magen hinabsteigt; mit großer Geschwindigkeit wurde er vom

Schlundkopfe ergriffen und in die offene Speiseröhre hineingeschoben, — aber langsamer und immer langsamer rückt er in dieser hinab, bis er in den Magen gelangt.

Man kann die Schluckbewegungen ausführen, auch ohne einen Bissen im Munde zu haben, doch verschluckt man dann jedesmal etwas Schleim und Speichel, so wie Luft; aber auch in diesem Falle vermag man nur das erste Drittel der Bewegung zu beherrschen, vermag also nur die Schlingbewegungen willkürlich einzuleiten; von dem Augenblicke, wo die Zunge nach hinten sich schiebt und nun Schlundkopf und (nach ihm) Schlund erweitert werden und sich zusammenziehen, geschehen alle Bewegungen ohne unser Zuthun, ohne unsern Willen. Enthält die Mundhöhle keine Speisen oder Getränke, so vermag man nur einige Male hinter einander willkürlich zu schlucken; manche Personen nur dreimal, manche vier- und fünfmal. Ißt man aber oder trinkt man, so kann man ohne Störung wohl hundertmal ziemlich schnell hinter einander schlucken. Der Reiz des Bissens oder des Schluckes unterstützt also die Ausführung der Schlingbewegungen, besonders der willkürlichen. Die Bewegungen der Speiseröhre setzen sich auf den Magen fort, ebenso wie auch die Muskelfasern von der Speiseröhre auf dem Magen ununterbrochen verlaufen.

Der Verdauungskanal erweitert sich beim Uebergange der Speiseröhre in den Magen auf eine kurze Strecke und verengt sich wieder zum Darm da, wo er den Namen Zwölffingerdarm erhält. Beim neugebornen Kinde, dessen Magen noch keine Speisen aufgenommen hat und daher noch nicht ausgeweitet worden ist, zeigte jene Stelle der Verdauungswege, welche wir als „Magen" bezeichnen, die Gestalt einer Röhre, welche in der Mitte etwa noch einmal so weit ist, als der Darm. Da jedoch der Magen für uns nicht nur ein Theil des Verdauungskanals ist, durch welchen die Speisen sich gleichmäßig fortbewegend hindurch gehen und dabei verdaut werden, — sondern da der Magen zugleich eine Art Vorrathsraum (Reservoir) für Nahrungsmittel bildet, so erweitert er sich mehr und mehr durch Aufnahme größerer Mengen von Speisen, erhält links neben dem Eintritt der Speiseröhre eine sackförmige Ausbauchung (Fig. 179, 3) und wird so in seinem Querdurchmesser wohl drei- und viermal so breit, als der Darm.

Daß der Magen wirklich durch die Mengen der aufgenommenen Speisen sich erweitert und allmälig eine andere Form annimmt, geht einestheils schon daraus hervor, daß er immer über seinen Inhalt sich zu-



Der menschliche Magen

1, leer, zusammengezogen, im Zustande des Hungers.

2, gefüllt, ausgedehnt, im Zustande der Sättigung.

Reclam, Leib des Menschen

Stuttgart: K. Thienemann's Verlag

Art. Anst. v. E. Hochdanz, Stuttgart

sammenzieht und daher je nach der Menge des Inhaltes seine Form wechselt, wie uns Tafel VII „der menschliche Magen" lehrt. Wenn er längere Zeit ganz leer ist, also im Zustande eines anhaltenden Hungers bei Personen, welche bereits dem Verhungern nahe stehen, zieht er sich auch kräftig zusammen, wird schmal, hart und erhält die Form einer etwas erweiterten Darmschlinge (Taf. VII, Fig. 1). Wird dagegen durch Nahrungsaufnahme der Magen gefüllt, so erweitert er sich, und nach einer sehr reichlichen Mahlzeit, etwa nach einem festlichen Schmause in lustiger Gesellschaft, bei welchem des Guten etwas mehr genossen wird, als nöthig und als recht ist, erweitert sich der Magen wirklich sackförmig und liegt dann quer von links nach rechts schräg absteigend in der Bauchhöhle, die Leber rechts emporDrängend gegen das Zwerchfell und so das tiefe Athemholen behindernd (Taf. VII, Fig. 2).

Die gleiche Veränderung, welche man bei einzelnen Individuen wahrnimmt und deren höchste Grade der Arzt beobachten kann auf der einen Seite bei einem durch anhaltenden Nahrungsmangel Verhungerten, auf der andern Seite bei einem durch Magenüberladung (Indigestion) und ihre weiteren nachtheiligen Folgen auf den Blutumlauf Gestorbenen, — die gleiche Veränderung kann man auch bei ganzen Völkerschaften wahrnehmen, wo sie Ausdruck der regelmäßigen Ernährungsweise der Betreffenden bildet. Könnte man den Magen eines Beduinen; welcher, an Fasten gewöhnt, auf längere Zeit täglich mit einer Handvoll Datteln sich begnügt, neben den Magen eines Häuptlings der Jakuten legen, der sich in seinem Vergnügen beeinträchtigt wähnt, wenn er bei einer großen Mahlzeit weniger als ein halbes Kalb zu verzehren genöthigt ist, — so würde man ebenfalls die Gegensätze von Tafel VII erhalten. In Oesterreich gestattet der Umstand, daß verschiedene Völkerschaften unter dem Kaiserscepter sich einen, ziemlich regelmäßig ähnliche Vergleiche. Die vorzugsweise mit Kartoffeln sich sättigende ärmere deutsche Bevölkerung zeigt nach ihrem Hinscheiden bei der Sektion jenen ausgeweiteten „Kartoffel-Magen", welchen gegenwärtig ein sehr großer Theil der Bevölkerung Europa's besitzt; diejenigen Völkerschaften dagegen, welche theils aus Gewöhnung, theils auch aus thörichtem Verneinungsstreben die von Deutschen eingeführte Kartoffel nicht genießen, dabei aber mit geringer und kümmerlicher Nahrung sich behelfen, haben allesammt einen kleinen, zusammengeschrumpften Magen, dem man es ansieht, daß er nicht allzu oft als Vorrathsraum für Speisen gedient hat.

Aber ist es denn zweckmäßig, daß der **Magen ein Vorraths**-**raum** sei? — so wird man fragen. — Unser **gesammter** Verdauungs-kanal ist ein Vorrathsraum für Nahrung, und darin besteht unsere Selbstständigkeit. Wären wir genöthigt, dem jeweiligen Bedürfnisse immer sofort durch Nahrungsaufnahme zu entsprechen, so ginge unser Dasein zur Hauptsache mit Essen und Trinken hin und unser Leben wäre kein menschenwürdiges. Wir könnten nicht streben für Kunst und Wissenschaft, nicht arbeiten für Familie und Staat, wenn wir genöthigt wären, unausgesetzt den beim Arbeiten verbrauchten Stoff durch Zuführung von neuem zu ergänzen und daher unsere Arbeit beständig zu unterbrechen, oder Gefahr zu laufen, daß wir uns durch allzu große Anstrengung und ungenügenden Ersatz auf lange hinaus schwächten, ja vielleicht tödteten. Indem wir aber Nährstoffe in den Magen in größerer Menge aufnehmen, als augenblicklich der Magen zu verarbeiten im Stande ist, bewirken wir durch die Ansammlung der Nahrung, daß für den Verbrauch nach Maßgabe des nothwendig werdenden Ersatzes der nöthige Stoff zur Ausgleichung des verbrauchten vorhanden sei; wir tragen das Nährmaterial, welches auf mehrere Stunden genügt, in unserem Inneren mit uns herum; uns unbewußt, geht Ersatz und Stoffumsatz von statten, — wir sind selbstständiger, unabhängiger von der Nahrungsaufnahme geworden. Im Großen findet man Aehnliches bei kriegführenden Heeren. Wenn diese Viehheerden und Vorräthe von Brod, Gemüse, Gewürz u. s. w. in ihren Fouragewägen mit sich führen, so geschieht auch dies nur, damit sie unabhängig sind von Nahrungsbedürfniß und nicht wie Soldaten des dreißigjährigen Krieges nur auf dasjenige angewiesen, was sie zufällig bei Bauer oder Bürger vorfinden und von diesem annektiren.

Außerdem ist zu erwähnen, daß die Thätigkeit des Magens beim Verdauen für denselben eine **Arbeit** ist, — eine Anstrengung, wie für den Muskel das Ausführen der Bewegung, für das Hirn das Nachdenken. Wollten wir den ganzen Tag in kurzen Zwischenräumen kleine Mengen von Speise zu uns nehmen, so würden wir dadurch den Magen zu einer beständigen Anstrengung nöthigen und ihn schwächen, in seiner Leistungsfähigkeit herabsetzen. Dies thun diejenigen Personen, welche sich gewöhnt haben, Kuchen und Näschereien aller Art häufig zu sich zu nehmen. Sie überanstrengen ihren Magen durch beständige Arbeit und tragen als gerechten Lohn Erkrankungen davon. Für den Erwachsenen etwa vom 25. bis zum 55. Jahre genügen drei Mahlzeiten des Tages; des Kindes

Magen kann nur in geringem Grade als Vorrathsraum dienen, und daher ist in den ersten Lebenstagen die Nahrungsaufnahme aller zwei Stunden zu wiederholen, späterhin beim Säugling etwa vom Schluß der zweiten Woche ab aller drei Stunden, und beim kleinen Kinde etwa vom vierten Lebensjahre ab nach je drei bis vier Stunden, doch so, daß mindestens fünfmal des Tages Nahrungsaufnahme erfolgt. Am leichtesten geht jede Arbeit des Körpers vor sich, wenn sie von Tag zu Tag in derselben Tageszeit wiederholt wird. Es liegt in unserem Organismus aus einer uns noch geheimnißvollen Ursache eine Neigung für rhythmische Wiederholungen in bestimmten und gleichen Zwischenräumen. Je kräftiger und gesünder wir sind, um so weniger laut spricht diese Neigung in uns; je kränklicher und je leidender, um so mehr ist zu rathen, der mahnenden Stimme Gehör zu geben. Kinder, Kranke und Greise sollen daher täglich zu denselben Zeiten ihre Mahlzeit einnehmen und letztere ebenfalls sie häufiger wiederholen. Greise haben nicht deßhalb in der Benutzung des Magens als Vorrathsraum vorsichtig zu sein, weil ungenügender Platz im Magen vorhanden wäre, sondern weil die Vergrößerung des Magens aus Gründen, die sich später von selbst ergeben werden, Behinderungen im Athmen und im Umlaufe des Blutes nach sich zieht, welche in den höheren Lebensjahren nicht gefahrlos sind.

Die Form des Magens ist die eines länglich gekrümmten, also annähernd halbmondförmigen Sackes. Die Speiseröhre steigt hinten am Halse, dann hinten in der Brust herab, ziemlich in der Mittellinie des Körpers, und demgemäß liegt auch die Mündung der Speiseröhre (Fig. 179, 2) fast in der Mittellinie des Körpers, nur ein wenig nach links. Auf der linken Seite befindet sich das dicke Ende des Magens, der blinde Sack; nun krümmt er sich mit einem kleinen Bogen oben und einem großen Bogen unten nach rechts, wo am Ende des Magens der Pförtner (Pylorus, Fig. 179, 9) liegt, das heißt die Stelle, an welcher der Magen in den Darm übergeht. Daselbst befindet sich eine Falte von Schleimhaut und gefäßhaltigem Bindegewebe, welche ringförmig nach innen in die Magenhöhle vorspringt. Diese Falte dient als Klappe und hat für uns den Vortheil, daß nur diejenigen Stoffe aus dem Magen in den Darm übergehen, welche entweder ganz oder doch zur Hauptsache verdaut, das heißt aufgelöst und zerkleinert sind; sie bewirkt also durch ein kleines mechanisches Hemmniß, daß der Magen die Hauptarbeit übernimmt, durch welche die Mehrzahl der Speisen zur Lösung und zum Zerfall gebracht

werden, und daß dem Darme nur die kleinere Arbeit übrig bleibt. Man erkennt aber jetzt schon, daß das Kauen der Speisen wirklich eine Vorverdauung derselben genannt werden kann, und daß, je sorgfältiger wir durch das Kauen die Speisen zerkleinern, um so mehr dem Magen seine Arbeit erleichtert wird. — Die Schleimhaut im Innern des Magens bildet Run-

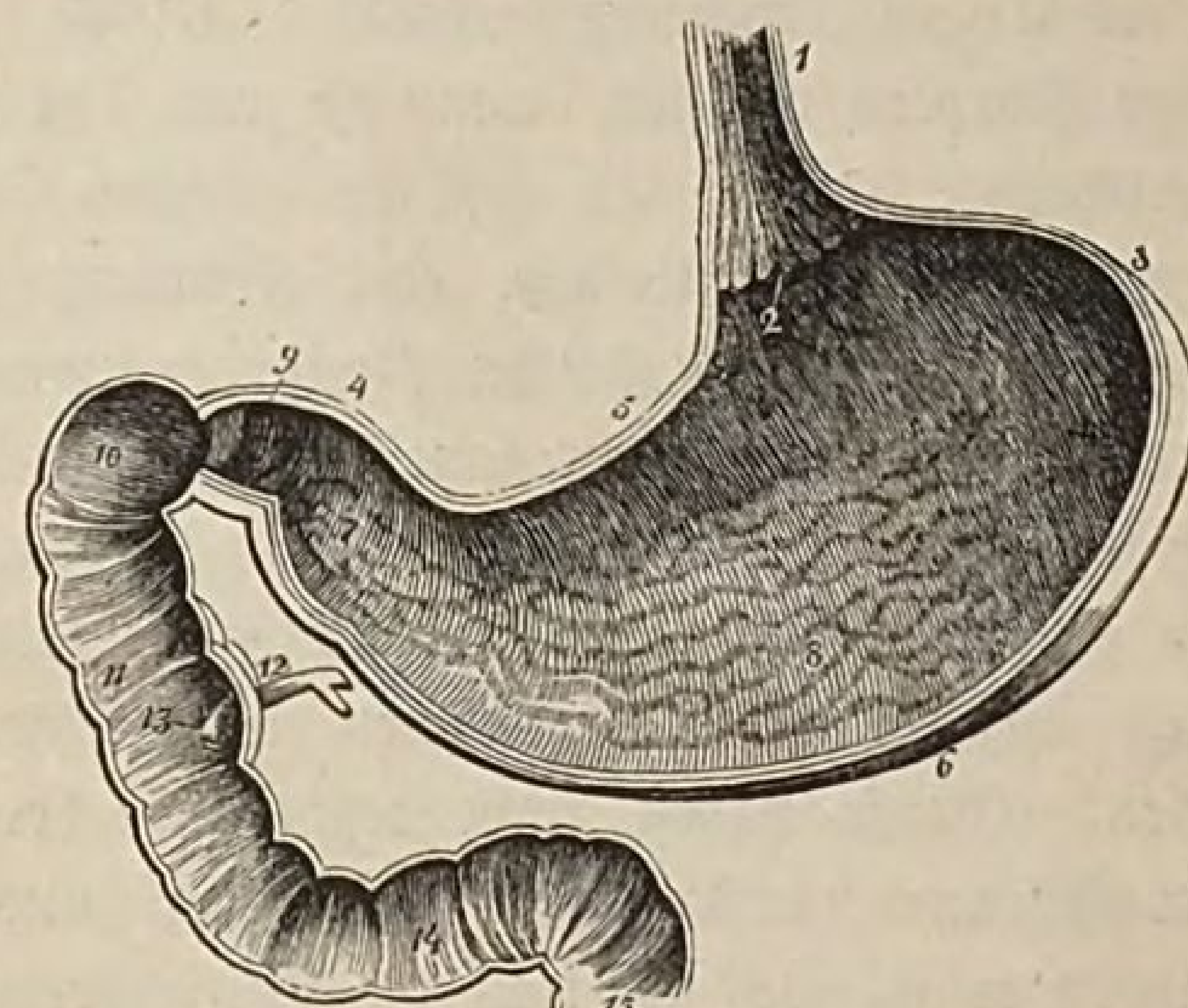


Fig. 179. Speiseröhre, Magen und Zwölffingerdarm, senkrecht durchschnitten, von vorn betrachtet.

1 Unteres Ende der Speiseröhre (Schlund, Oesophagus). — 2 Magenmund (Cardia), durch unregelmäßigen, zackigen Rand gebildet, welcher sich in Längsfalten aus der Schleimhaut der Speiseröhre gebildet von der unregelmäßig gefalteten Magenschleimhaut abgrenzt. — 3 Blindsack oder Magengrund (Fundus ventriculi). — 4 Pförtnertheil des Magens. — 5 Kleine Krümmung oder Kurvatur, und 6 große Krümmung oder Kurvatur des Magens. — 7 Pylorus-Höhle. — 8 Innenfläche des Magens mit den vorzugsweise in Längsrichtung verlaufenden leicht geschlängelten Falten der Schleimhaut. — 9 Pförtner (Pylorus) mit der Klappe (Valvula pylori). — 10 Oberer Quertheil des Zwölffingerdarmes (Duodenum). — 11 Absteigender Theil des Zwölffingerdarmes. — 12 Gallengang (Ductus choledochus), dessen Mündung in das Duodenum bei 13 sichtbar ist. — 14 Unterer Quertheil des Zwölffingerdarmes. — 15 Anfang des Leerdarmes (Jejunum).

zeln, welche leicht geschlängelt sind (Fig. 179, 8), wenn der Magen leer ist und daher sich zusammenzieht. Diese Runzeln verschwinden wieder, wenn er ausgefüllt wird.

Von außen ist der Magen mit einer glatten, sehnigen Haut überzogen, welche fast alle Organe des Bauches überkleidet (das Peritonaeum) und welche wir später eingehender kennen lernen werden. Entfernt man diese Haut vom Magen, so sieht man, daß unter derselben Muskelfasern liegen, welche, wie bereits erwähnt, von der Speiseröhre auf den Magen ununterbrochen übergehen.

Die Faserzüge der Fleischmuskeln steigen an der Speiseröhre außen senkrecht herab und gehen dann theils nach dem Magengrunde (Fig. 180, 3),

theils nach der kleinen Krümmung (7). Am Magen selbst verlaufen die Faserzüge äußerlich quer, also in der Richtung von der kleinen Krümmung (7) nach der großen Krümmung (8). Nur am Pförtnertheile (4) nehmen sie wieder die Längsrichtung an, welche sie auch auf dem Darme beibehalten, wie man am Anfang des Zwölffingerdarmes (9) sieht. — Die darunter liegende innere Faserschicht des Magens verläuft anders.

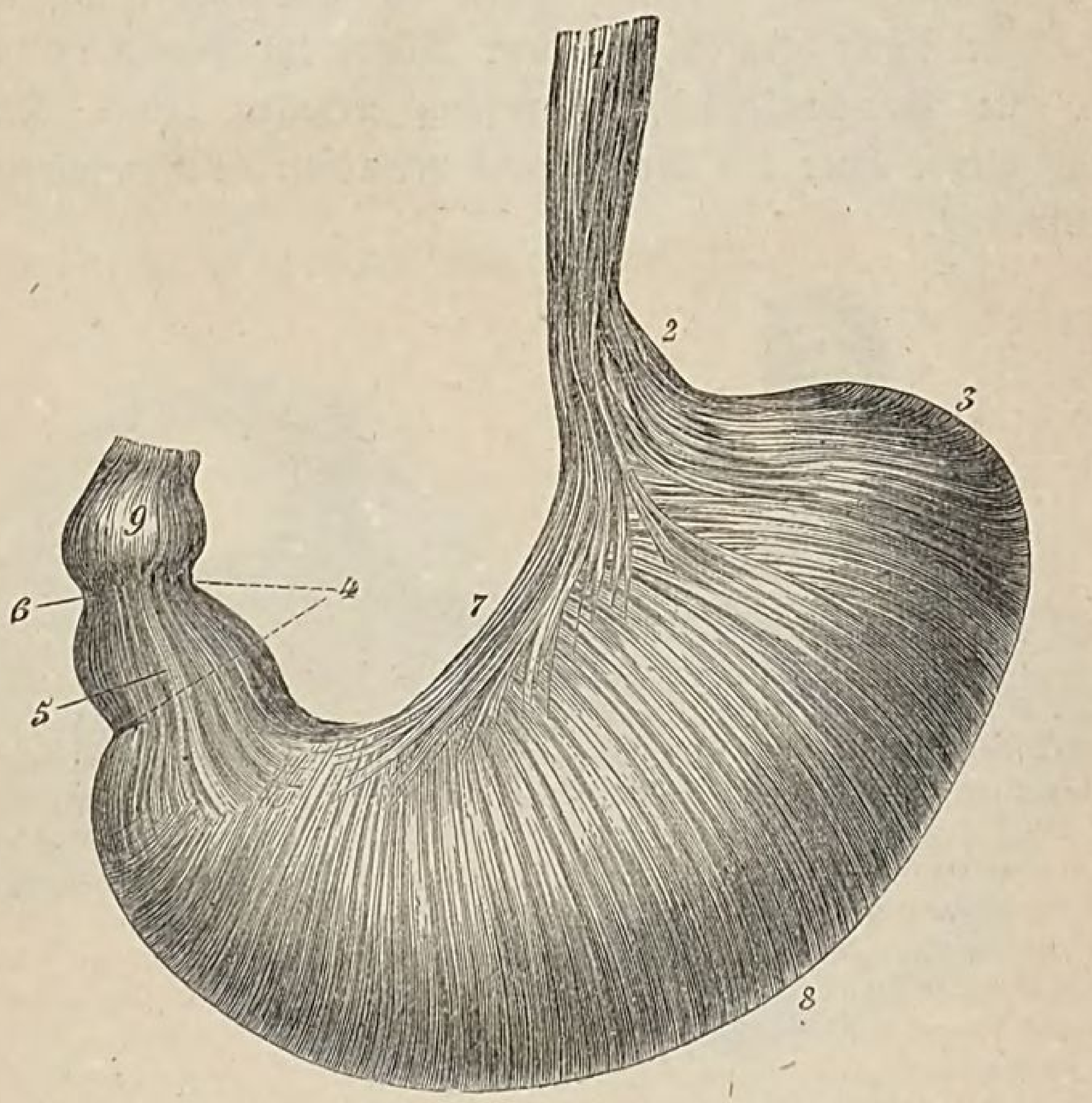


Fig. 180. Der Magen mit den an seiner Außenfläche sichtbaren Fleischfasern. (Nach Luschka.)

1 Speiseröhre (Oesophagus). — 2 Magenmund (Cardia). — 3 Blindsack (Fundus). — 4 Pförtnertheil (Pars pylorica). — 5 Das feste, sehnige Pförtnerband (Ligamentum pyloricum). — 6 Die Grenze zwischen Pförtner und Zwölffingerdarm (Sulcus pylorico — duodenalis). — 7 Kleine Krümmung (Curvatura minor). — 8 Große Krümmung (Curvatura major). — 9 Zwölffingerdarm (Duodenum).

Stülpt man einen menschlichen Magen um, so daß die Schleimhaut nach außen kommt, und schneidet vorsichtig rundum die Schleimhaut ab, so sieht man nun die innere Muskelschicht der Speiseröhre (Fig. 181, 1), welche, wie früher erwähnt, ringförmig ist, und sieht diese Schicht ringförmig fort verlaufen um den ganzen Magen, am Pförtnertheile ziemlich stark und dicht, an dem daran grenzenden Zwölffingerdarm (2) wiederum

zarter. — Ein scharf abgegrenzter Wulst aus Muskelfasern scheidet den Pförtner vom Zwölffingerdarm und bedingt die kräftige Zusammenziehung des Pförtners und damit die Verengung der Klappe desselben. Hinter der Speiseröhre aber steigt eine Gruppe Muskelfasern schräg herab (4), welche zum Theil ebenso wie die an der kleinen Krümmung gelegene äußerliche Muskelschicht (Fig. 180, 7) den Magen verkürzen und in der kleinen Krümmung den Pförtner gegen die Speiseröhre hinziehen, zum andern Theile schräg herabsteigend dem Magen im Verein mit den Ringmuskeln eine schraubenförmige Bewegung ertheilen kann. Nach hinten gegen das blinde Ende des Magensackes verlaufen die Ringfasern ebenfalls schraubenförmig.

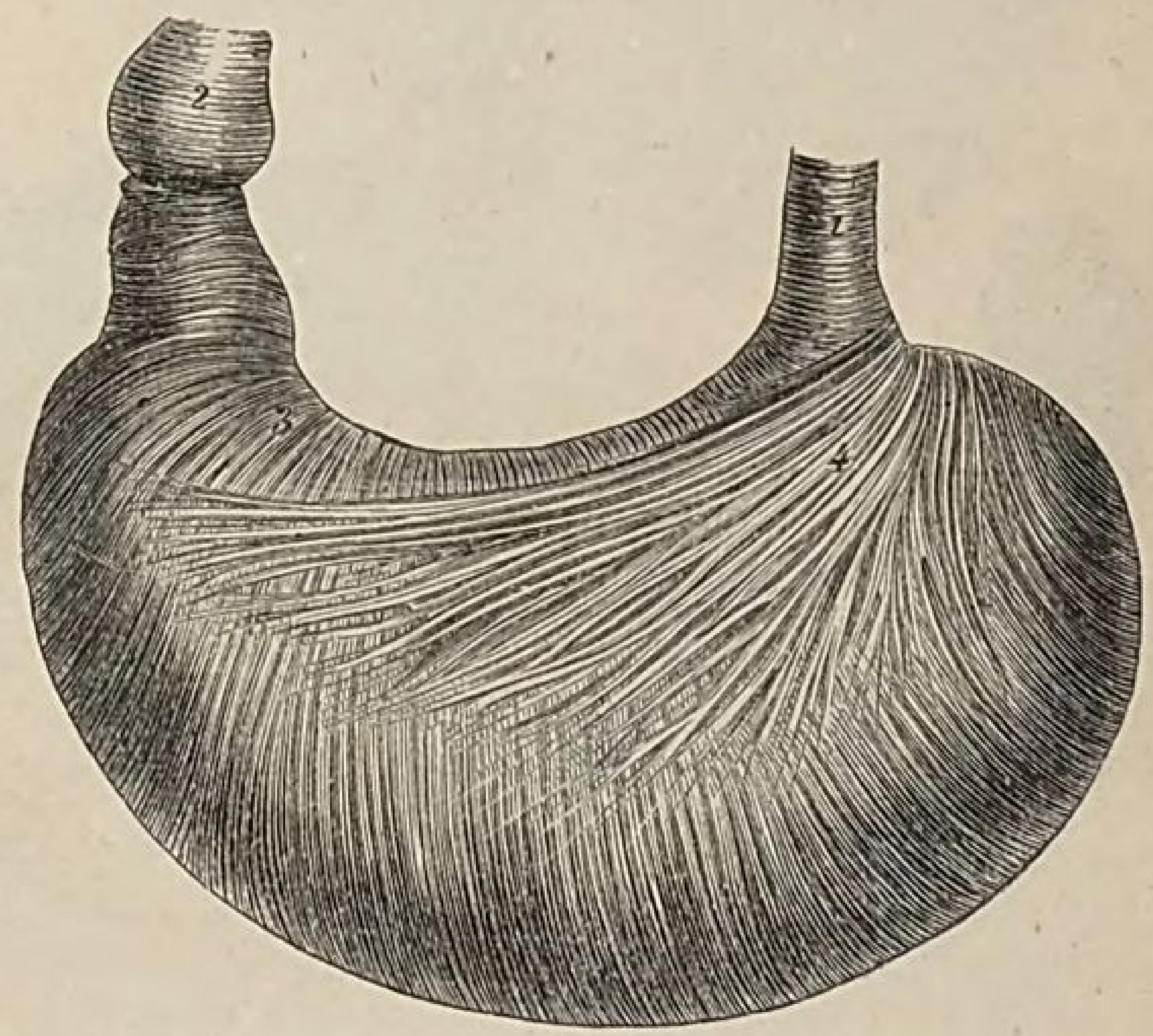


Fig. 181. Die Faserzüge der Fleischmuskeln des Magens auf seiner innern, von Schleimhaut überzogenen Seite. (Nach Luschka.)
1 Speiseröhre. — 2 Zwölffingerdarm. — 3 Der ringförmige Muskel des Magens. — 4 Die schiefen Muskeln.

Diese schief herabsteigenden Muskeln haben einen doppelten Nutzen: einestheils können die oberen, hinter der Speiseröhre gelegenen und gegen den hintern Theil des Pförtners verlaufenden Theile der Muskelschichten einen Theil des Magens, der an der kleinen Krümmung gelegen ist, abschnüren über dem festen Mageninhalte, — was um so eher möglich ist, als im Magen stets Luft enthalten ist, die nach oben ihrer Leichtigkeit wegen steigt, also bei der Lage des gefüllten Magens in der Gegend der kleinen Krümmung sich befindet; diese Abschnürung bildet alsdann eine

Rinne, welche mit Luft gefüllt über den Speisen liegt; dies hat für uns den Nutzen, daß Getränke sich nicht dem ganzen Mageninhalte beizumengen brauchen, sondern ihn nur theilweise verdünnen, und auch wenn der Magen gefüllt ist, unmittelbar aus der Speiseröhre in den Zwölffingerdarm übergehen können. Man weiß dies erst seit 16 Jahren (e). — Der andere Nutzen besteht darin, daß im Verein mit den ringförmigen Magenmuskeln die schief herabsteigenden der ganzen Magenwand eine wurmartig sich windende Bewegung mittheilen. Man sieht dies einigermaßen an der Form des beim Hunger sich zusammenziehenden Magens (Taf. VII. Fig. 1); noch deutlicher ist es im Abdrucke zu sehen am Mageninhalt, wenn man gerinnbare Stoffe in den Magen einführt, wie Verfasser zuerst vor 25 Jahren nachgewiesen (f).

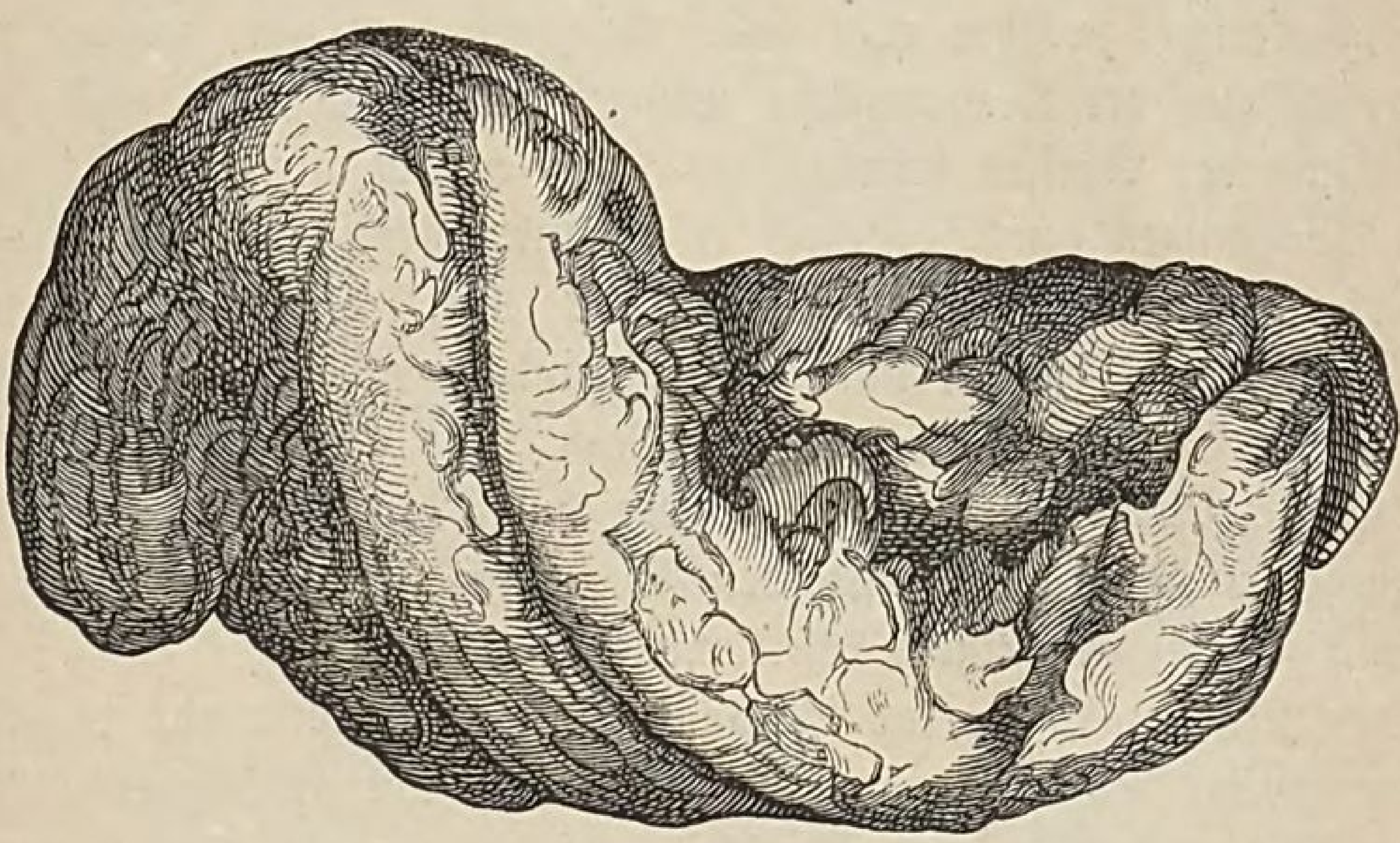


Fig. 182. Geronnener Mageninhalt als Abdruck der Magenbewegungen.
(Präparat von Reclam, nach der Natur auf Holz gezeichnet von Schmiedel.)

Indem die Magenmuskeln sich abwechselnd und, wie es scheint, in einer regelmäßigen Aufeinanderfolge in querer und in schräger Richtung zusammenziehen, bewirken sie (durch Vereinigung dieser beiden Einwirkungen) im Mageninhalte eine schraubenförmige Umwälzung.

Damit das, was wir hinabgeschluckt haben in den Magen, mit der Verdauungsflüssigkeit, welche die Magenwände absondern, in Berührung komme, muß jeder einzelne Theil dessen, was wir genossen haben, nach und nach an die Wände hingelangen; der breiige Mageninhalt muß also

umgerührt werden. Wenn in der Küche ein Brei umgerührt und untereinander gemischt werden soll, so wird ein harter breiter Gegenstand, ein Löffel oder dergleichen, hineingesteckt, und indem der Rührende mit diesem kreisförmige oder schraubenförmige Bewegungen macht, theilt er allmälig diese Bewegung dem Breie mit, alle einzelnen Theile kommen an der Wand des Topfes vorbei und mischen sich unter einander. Wenn nun der Kochende keinen Löffel besitzt und doch den Brei unter einander mischen wollte, so würde ihm nichts übrig bleiben, als den Topf zu schütteln, schnell zu drehen und derartige Bewegungen auszuführen, um den Brei untereinander zu mengen. In unserem Magen wird diese Mischung in anderer Weise ausgeführt, indem die Magenwände selbst sich bewegen, sich verengen und erweitern, dadurch auf den breiigen Mageninhalt und auf die außerdem im Magen befindliche Luft drücken, — diese, indem sie dem Drucke ausweicht, zwischen oder unter die Speisen pressen, worauf sie bei der Erschlaffung der Magenwände wieder emporquillt und auch so zur Vermischung der Speisen beiträgt, — und endlich durch die oft wiederholten Bewegungen den Speisebrei in schraubenförmig rollender Richtung fortschieben, wie die Abbildung in Fig. 182 lehrt. Die Längsfurchen und Querfurchen an diesem geronnenen Mageninhalte geben den Ausdruck für die bewegende Kraft des Magens. Man sieht also auf zweifellose Weise nachgewiesen, daß die Zusammenziehung der Magenmuskeln durch Bewegung der Magenwände für den Speisebrei ähnliche Einwirkung hat, als wenn derselbe mit einem Löffel umgerührt würde.

Der Nachweis dieser Bewegungen wurde von uns so geführt, daß wir einem Thiere, dessen Magenmuskeln übereinstimmende Gestalt mit den Magenmuskeln des Menschen haben, eine bei der Verdauung gerinnende Speise in reicher Menge in den Magen einführten, in der Hoffnung, an der zähen Masse einen Abdruck der Magenbewegungen zu gewinnen. Diese Erwartung wurde anfangs getäuscht; in vielen Fällen fanden wir den Mageninhalt in Form kleinerer und größerer zusammengeballter Kugeln, also bereits im Begriffe, zertheilt und aufgelöst zu werden; — das Thier war zu spät getödtet und auf seinen Mageninhalt untersucht worden, nachdem die Verdauung schon zu lange gewährt hatte. Als hierauf die Zeit abgekürzt wurde, ließen sich nur schwache Spuren von Furchen und beginnenden Trennungen am Mageninhalte wahrnehmen: die Zeit hatte noch nicht ausgereicht, um den Mageninhalt so zu gestalten, daß man die Richtung, in welcher die Magenmuskeln Druck und Zug

ausüben, deutlich erkennen konnte. Endlich, nach vielem Zeitverlust, nach erheblichem Aufwand an Mühe und Kosten, gelang es durch einen glücklichen Zufall, im richtigen Zeitpunkte das in der Verdauung begriffene Thier zu tödten, und im geöffneten Magen fanden wir die treu abgebildete schraubenförmig gefurchte Masse; dieselbe lag jedoch nicht etwa „allein“ im Magen, sondern außer der Luft, welche immer einen Theil des Mageninhaltes bildet, fand sich etwas Flüssigkeit im Magen vor, nebst verschiedenen kleineren und größeren kugeligen Stücken des Mageninhaltes und einigen (etwa 5 bis 7) Stücken harten Brodes, welche der Hund kurz vor Anstellung des Versuchs gefressen hatte, ohne daß wir es wußten. Vielleicht verdankt man nur diesen Nebenumständen den so scharfen und deutlichen Abdruck der Magenbewegungen. Allein dadurch wird der Werth des Präparates nicht vermindert, sondern eher erhöht; denn auch in unserem Magen ist der Brei ja mit Flüssigkeit gemengt und besteht aus verschiedenen festen und weicheren Bestandtheilen. In jedem Falle steht so viel unwiderlegbar fest: daß Zusammenballung eines im flüssigen Zustande genossenen und im Magen bei der Verdauung erst geronnenen Stoffes, wie in der in Fig. 182 vorliegenden Form, ganz unmöglich etwa durch Zufall hervorgebracht werden kann, sondern daß sie wirklich als Ausdruck und Abdruck der Kräfte und Richtungen angesehen werden muß, mit welcher die Magenmuskeln durch Zug und Druck eingewirkt haben.

Die Bewegungen des Magens sind für uns, das heißt für unsere Verdauung und Ernährung, von hohem Werthe, weil sie die Mischung der Speisen im Magen und die Lösung derselben durch den Verdauungssaft des Magens wesentlich befördern. (In Folge dessen sind auch die zu gleicher Zeit genossenen Speisen um so leichter verdaulich, je weniger sie mit einander einen festen, zähen Brei ausmachen, sondern je leichter sie sich an einander verschieben lassen, je geringern Widerstand sie also den Magenwänden bei ihrer mechanischen Einwirkung darbieten. Wir kommen hierauf bei der „Auswahl der Speisen“ zurück.) In früheren Zeiten glaubte man den Magenmuskeln und der mechanischen Arbeit des Magens noch einen andern Einfluß zusprechen zu können.

Daß der aus genossenen Speisen entstandene Brei im Magen noch mehr zerkleinert und feiner zertheilt werde, hatte die Beobachtung an geschlachteten Thieren gelehrt. Den Grund der Zerkleinerung vermochte man jedoch nicht aufzufinden. Man sah bei Thieren unmittelbar nach dem

Tode den Magen sich noch bewegen, lernte hierdurch die Muskelkräfte des Magens kennen und schrieb ihnen nun die Zerkleinerung der Speisen zu. Der Magen wurde wie ein „Mörser" angesehen. In der That ist er dies bei verschiedenen Thieren. Alle diejenigen Vögel z. B., welche einen mit starken Muskeln versehenen Magen besitzen (wie Hühner, Truthühner, Enten, Gänse, Tauben), vermögen durch Zusammenziehung ihrer Magenmuskeln beim Verdauen unglaubliche Arbeitsleistungen an Kraft auszuführen. Kleine Hohlkugeln aus starkem Glase, welche widerstandsfähig genug sind, daß man sie gewaltsam gegen den Boden werfen kann, ohne daß sie zerbrechen, werden im Magen einer Henne binnen drei Stunden in kleine Stücke mit stumpfen Ecken zermalmt und gepulvert, ohne daß dieß dem Magen der Thiere den geringsten Nachtheil brächte. Bleierne Kugeln mit 12 stählernen Nähnadeln, die drei Linien weit hervorragten, brachte man einem Truthahn in den Magen, welcher anderthalb Tage dieselben bei sich behielt, ohne daß man ein Zeichen von Uebelbefinden an dem Thiere bemerkt hätte; als es getödtet wurde, fand man in seinem Magen die Kugel liegen, aber alle Nadeln waren kurz an der Bleikugel abgebrochen, und nicht die geringste Verletzung war an den Magenwänden zu finden. Einen andern Truthahn ließ man eine Bleikugel mit 12 kleinen Messern, die an den Spitzen und an den Seiten sehr scharf geschliffen waren, in ein Kartenblatt eingewickelt verschlingen; das Thier befand sich wohl, und nach 16 Stunden waren auch diese Messer glatt an der Kugel abgebrochen (g). Metallgegenstände werden im Magen dieser Thiere zerbrochen und verbogen, — kurz, sie üben eine Gewalt aus, welche die Druckkraft einer kräftigen Männerfaust in den meisten Fällen bedeutend übersteigt.

Die feste, dicke Haut, welche den Magen der genannten Vögel auf seiner Innenfläche überzieht, die Gewohnheit dieser Thiere, Steine zu verschlingen, sind Hülfsmittel für derartige Kraftstücke der Verdauung; die Hauptursache aber liegt in der bedeutenden Anhäufung von Muskelfasern im Magen. Der Magen eines Menschen zeigt auf dem Durchschnitte die Dicke seiner Magenwände von $^1/_3$ bis $^1/_2$ Querfinger, wobei sowol die beiden Muskelschichten, als die äußere und die innere Haut des Magens mit gerechnet werden. Hätte der menschliche Magen verhältnißmäßig eben so viele und so bedeutende Muskeln, wie der Magen eines Truthahns, so müßte seine Wand dicker sein, als der Querdurchmesser einer Menschenhand. Schon in früheren Jahrhunderten drängte sich diese

Wahrnehmung den Beobachtern auf, und man gewann die Ueberzeugung, daß eine mechanische Zerreibung der Speisen im Menschenmagen kaum stattfinden könne. Man suchte mithin nach einer chemischen Ursache, und dem Zustande der Kenntnisse jener Zeit entsprechend schwankte man in den Vermuthungen, ob im Magen die Speisen sich zerkleinerten mit Hülfe einer „Gährung" — oder mit Hülfe einer beginnenden „Fäulniß".

Gegenwärtig weiß man, daß keines dieser beiden Hülfsmittel im Magen thätig ist. Zwar können unter besondern Verhältnissen die im Magen befindlichen Stoffe in Gährung treten, allein dieß ist nicht der

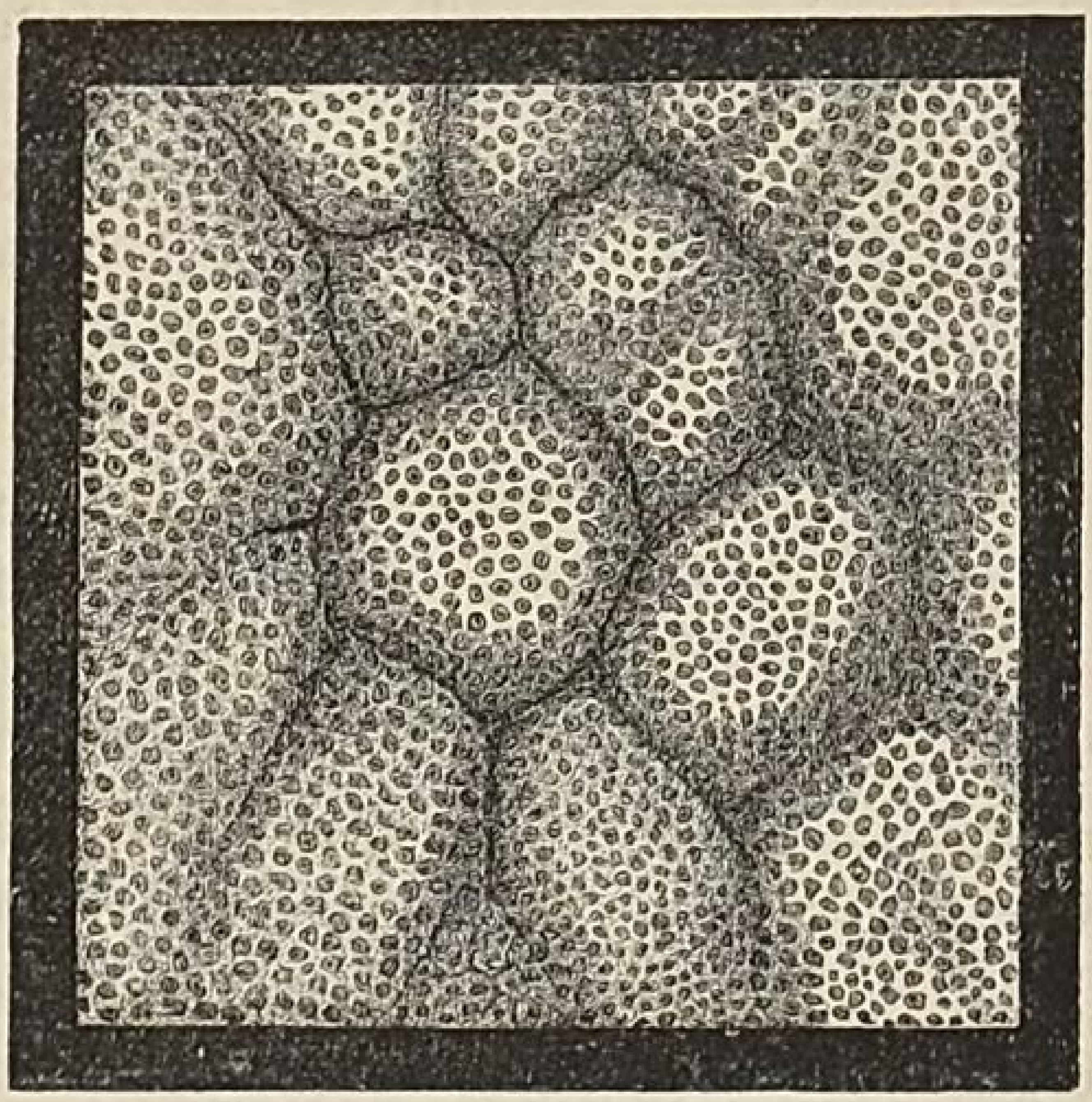


Fig. 183. Die Schleimhaut auf der innern Oberfläche des Magens bei mäßiger Zusammenziehung des Magens. (Unter der Lupe bei 15facher Vergrößerung betrachtet. Das Präparat ist mit Chromsäure behandelt.) Man sieht die Magengrübchen und die in ihnen befindlichen Mündungen der Labdrüsen.

regelmäßige, sondern ein krankhafter und für den betreffenden Menschen in der Regel ziemlich unangenehmer Vorgang. Daß aber Fäulniß im Magen des Menschen nicht stattfinden könne, haben Versuche klar erwiesen, welche zu Ausgange des vorigen Jahrhunderts über die Verdauung angestellt wurden (h). Im Gegentheil hindert der im Magen abgesonderte Verdauungssaft die Fäulniß, und kleine Fleischstückchen, welche man mit dem Magensafte eines Menschen oder Thieres in Berührung bringt, können selbst in warmer Jahreszeit tagelang aufbewahrt werden, ohne daß sie übel riechen, ohne daß sie der fauligen Zersetzung anheimfallen. Der

Magensaft hat demgemäß eine fäulnißwidrige (antiseptische) Wirkung. Dieser Magensaft ist aber auch das eigentlich Verdauende. In den erwähnten Versuchen ließ man Thiere kleine Metallröhren verschlingen, deren Wände siebartig durchlöchert und deren beide Oeffnungen mit einem metallenen Gitter verschlossen waren. Diese Röhren füllte man mit kleinen Fleischstückchen an, brachte sie in den Magen der Thiere, und nach Verlauf von mehreren Stunden war das Fleisch entweder ganz oder theilweise aus den Röhren verschwunden. Es war „verdaut", das heißt, es war aufgelöst und daher durch die Oeffnungen der siebartigen Wände und durch die Gitter zu beiden Seiten herausgeflossen.

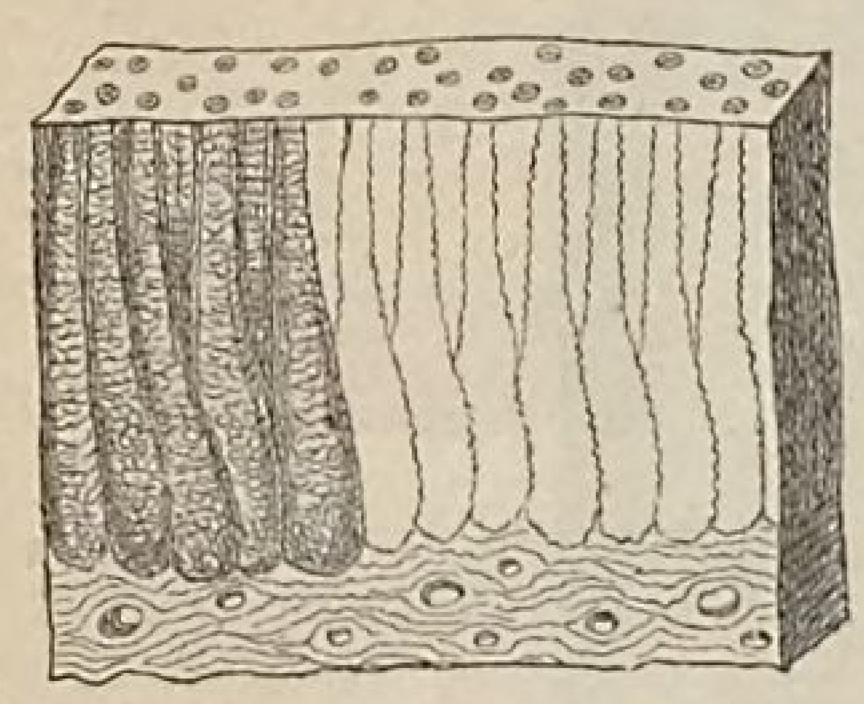


Fig. 184. Ein Stück der menschlichen Magenschleimhaut mit den in ihr befindlichen Labdrüsen und deren Oeffnungen auf der Oberfläche des Magens.
Getreue Nachahmung der ersten Abbildung der menschlichen Labdrüsen von Purkinjé (i).

Hiermit war das Wesen der Verdauung im Allgemeinen und besonders die Eigenthümlichkeit der Magenverdauung erkannt. Woher aber stammt jener saure Magensaft, welcher das Fleisch zu lösen vermag?

Betrachtet man die Innenseite eines menschlichen Magens, nachdem man dieselbe von anhaftendem Schleim sorglich und vorsichtig befreit hat, unter mäßiger Vergrößerung, so bemerkt man zahlreiche unregelmäßig gestellte Grübchen und in der Mitte eines jeden dieser kleinen Grübchen eine winzige runde Oeffnung: es sind dieß die Oeffnungen der den Magensaft absondernden kleinen Drüsen, welche man „Labdrüsen" nennt. (Fig. 183.)

Man wußte schon im vorigen Jahrhundert, daß der Magen der Hunde und mancher anderer Thiere Drüsen in großer Anzahl enthalte. Eine genaue Kenntniß von den Labdrüsen des menschlichen Magens gewann die Wissenschaft erst im Jahre 1831 (Fig. 184). Die Schleimhaut des Magens hat ähnliche Zusammensetzung, wie wir sie bei der Schleimhaut des Kehlkopfes kennen gelernt haben: sie zerfällt in eine ziemlich dicke Schicht über einander liegender und an einander fest hängender flacher Schleimhautzellen und darunter das „Unterschleimhautgewebe", in welchem sich Nerven, ferner Blutgefäße in großer Anzahl befinden; in derselben liegen auch die Labzellen, welche man freilich mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln viel mehr in das Einzelne zu untersuchen und deutlicher zu sehen vermag.

Der Magen vieler Thiere ist von anderer Gestalt und viel stärker in den Muskeln entwickelt, als der menschliche. Wir kommen später darauf zurück und erwähnen jetzt nur den **Magen des Schweines** (Fig. 185), dessen Muskelschichten (d, e) weit mächtiger sind, als die der Menschen, obwol im Uebrigen nach Form des Magens und Anordnung des Faser-Verlaufes der Muskeln große Uebereinstimmung stattfindet.

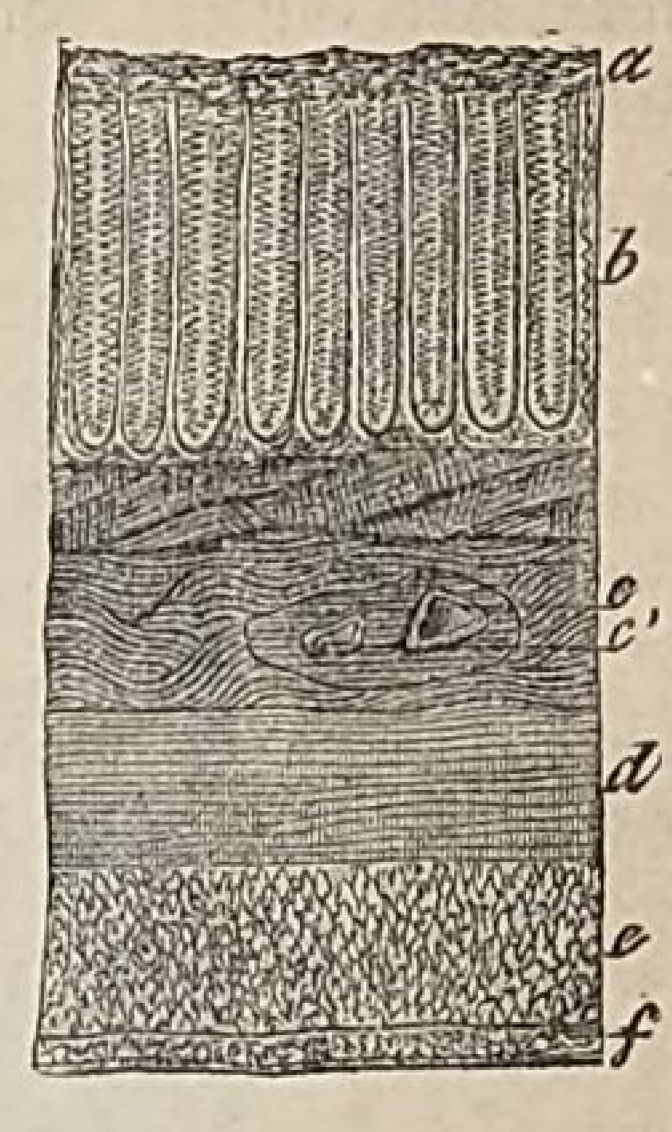


Fig. 185. Durchschnitt der Magenwand (vom Schwein). Vergr. 10.

a Epithelium der inneren Oberfläche. — b Die Labdrüsen, mit ihrem Epithelium ausgekleidet. — c Bindegewebs-Schicht, der Lederhaut entsprechend; — c' Blutgefäße in derselben. — d Schicht der Quermuskeln, und e der Längsmuskeln. — f Aeußere seröse Haut, zum „Bauchfell“ gehörend.)

Fig. 186 zeigt uns einen Durchschnitt aus der Wand des menschlichen Magens mit den **Labdrüsen**. Wir sehen zu unterst einen Theil der durchschnittenen Schicht der Muskelfasern (1), von welcher aus einzelne der Zusammenziehung fähige (kontraktile) Faserzellen zwischen den Labdrüsen aufwärts steigen (2, 2). Der Raum zwischen den einzelnen Labzellen füllt Bindegewebe aus (3), in welches an einzelnen Stellen Zellen eingestreut sind (4), auf deren Bedeutung wir später zurückkommen werden. In dem Bindegewebe sieht man nicht nur leere Drüsenschläuche oder Labdrüsen (5, 5, 5), sondern auch zum größten Theile noch volle (6, 6, 6), wobei man durch die dünnwandigen, durchsichtigen Drüsen hindurch den Inhalt derselben, die sogenannten Labzellen deutlich wahrnehmen kann.

Der saure Magensaft, welcher im Magen die Verdauung ausführt, besteht aus durchsichtiger Flüssigkeit, in welcher jene „Labzellen“, welche früher den Innenraum der Labdrüsen erfüllten, in großer Menge schwimmen. — Auf der Abbildung der Labdrüsen (Fig. 186) ist das Netz der Blutgefäße weggelassen, welche die Labdrüsen so umspinnen, daß jede einzelne derselben gleichsam von einem vielfach verflochtenen Gitter von Blutgefäßen umgeben ist. Spritzt man die feinsten Blutgefäße des Magens mit einer erstarrenden farbigen Flüssigkeit aus und entfernt dann die über dem Unterschleimhautgewebe liegende Schicht der Schleimhautzellen, so gewinnt man den Anblick des im Magen befindlichen feinen Blutgefäßnetzes.

Man sieht dann (Fig. 187) die Grübchen der Magenschleimhaut (Fig. 183) als Vertiefungen inmitten des Gewirres der vielfach geschlängelten Gefäße und im Innern dieser Grübchen Oeffnungen für die Labdrüsen. Erinnert man sich der Art und Weise, wie die Schweißdrüsen von einem Netze von Blutgefäßen umgeben sind (Fig. 188), so braucht



Fig. 186. Die Labdrüsen des Magens.
(Unter dem Mikroskop in 300facher Vergrößerung).

man sich dieselben Verhältnisse nur in größerer Längenausdehnung für die Labdrüsen zu denken, um eine deutliche Vorstellung von der Umgebung derselben durch Blutgefäße zu gewinnen. (Hierbei ist zu beachten, daß die vorstehenden Abbildungen in sehr verschiedener Vergrößerung gezeichnet sind; während die Grübchen der Magenschleimhaut, Fig. 183, nur

15mal vergrößert waren, ist das Blutgefäßnetz 70mal vergrößert in Fig. 187, und die Labdrüsen in Fig. 186 sind sogar 300mal vergrößert. Man wählt natürlich für jede Abbildung diejenige Vergrößerung, bei welcher man den Gegenstand am deutlichsten sieht und von demselben die klarste Uebersicht erhält.)

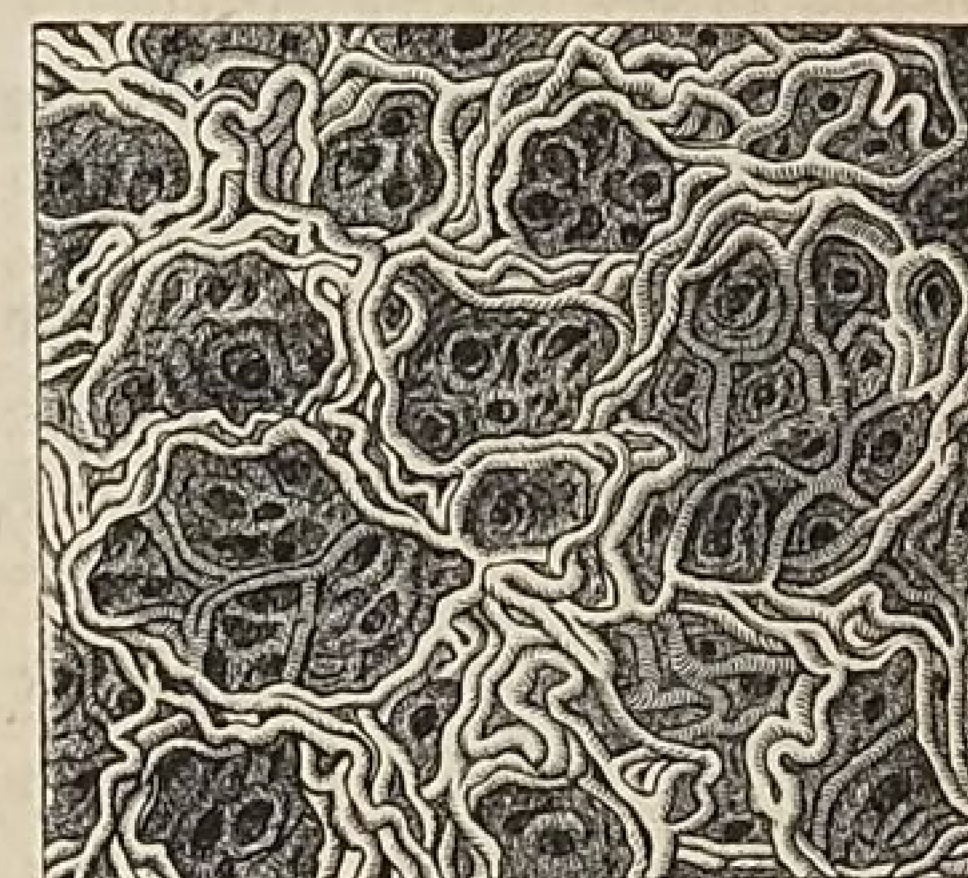


Fig. 187. Blutgefäßnetz der Magenschleimhaut. (70fache Vergrößerung.)

In diesen vielverschlängelten, dicht neben einander liegenden, außerordentlich zahlreichen Blutgefäßen, welche das Gefäßnetz der Magenschleimhaut bilden, fließt für gewöhnlich, das heißt im nüchternen Zustande, nur sehr wenig Blut. Der nüchterne Magen zieht sich, wie wir gesehen haben, zusammen, und durch diese Zusammenziehung preßt er das Blnt in den feinen Kapillargefäßen der Magenschleimhaut vor sich her und in benachbarte Theile, so daß nur geringe Mengen in den Blutgefäßen zurückbleiben. Sobald aber Speise in den Magen gelangt und diese ihn ausdehnt, wird mit der Zusammenziehung auch das Hinderniß des Blutumlaufs in den Blutgefäßen beseitigt, und nun durchströmt in reichlicher Menge die Blutflüssigkeit das dichte Haargefäßnetz. Durch die Menge des zufließenden Blutes wird die Wärme im Innern des Magens erhöht, so daß geronnene Stoffe, welche wir genießen, flüssig werden, — flüssig gewordene Fette vor der Gerinnung bewahrt bleiben. Zu gleicher Zeit lassen die Blutgefäße Flüssigkeit in die Labdrüsen hinübertreten. In den letztern hatten sich während der Ruhezeit

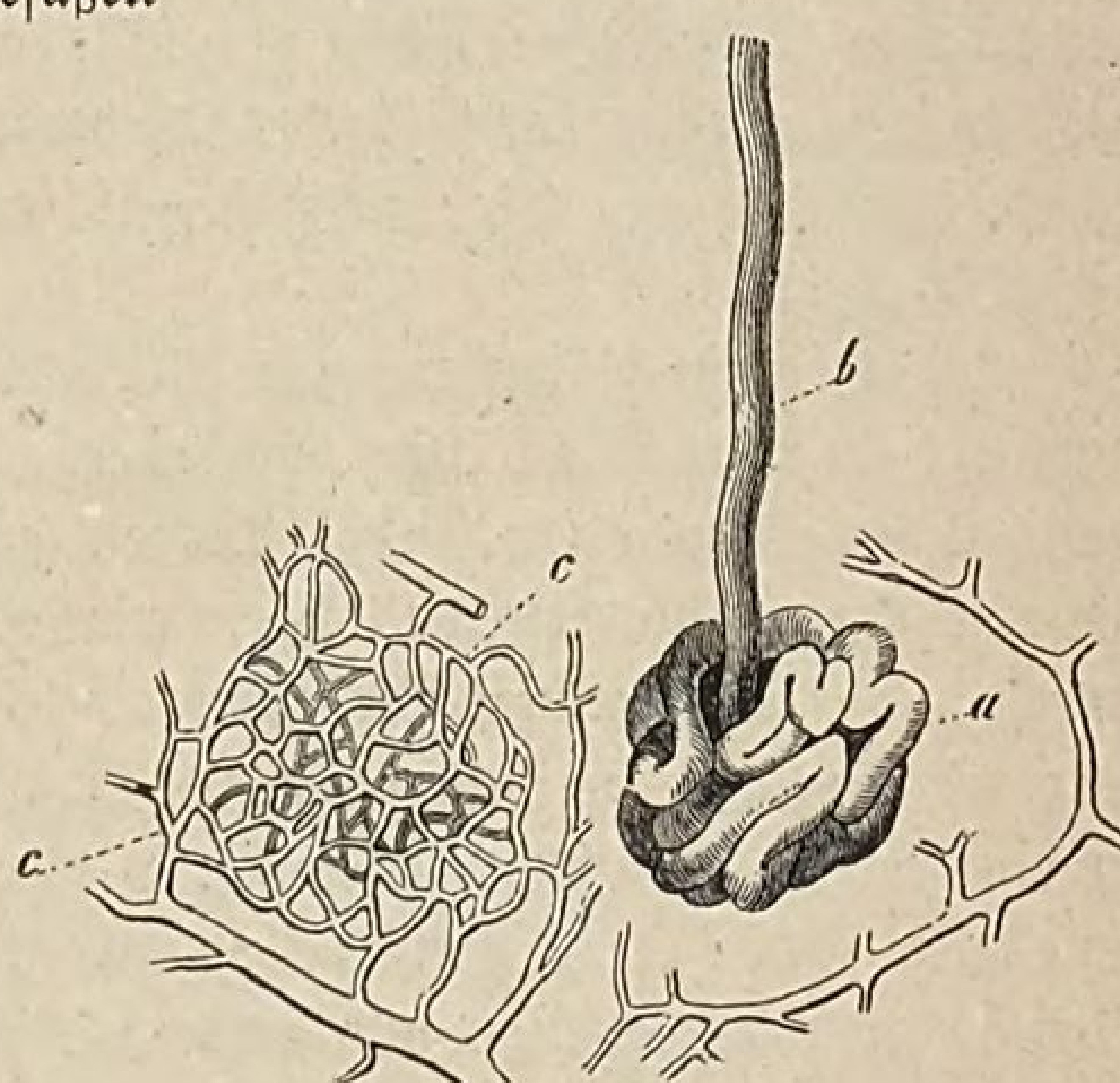


Fig. 188. Schweißdrüse der Haut und deren Blutgefäße.

die bei der letzten Magenverdauung verbrauchten Labzellen in großer Anzahl wiederum gebildet. Sobald nun aus den Blutgefäßen Flüssigkeit in die Labdrüsen übertritt, und zwar Flüssigkeit besonderer chemischer Zusammensetzung, entsteht im Innern der Labdrüsen der eigenthümliche saure Magensaft, lockert die fest aneinander liegenden Labzellen, indem er zwischen sie tritt, erfüllt die Labdrüsen und schwellt sie an. Bei den Bewegungen des Magens drückt die Muskelhaut des Magens gegen die Speisen und daher auf die zwischen ihr und den Speisen gelegenen Drüsen. Diese sind mit ihrer Oeffnung gegen das Innere des Magens gerichtet, und wenn auf sie gedrückt wird, quellen sie über und ergießen den sauren Saft aus ihrem Innern in den Magen, wobei Labzellen mit herausgespült werden. — Zu gleicher Zeit durchfeuchtet sich auch die über den Drüsen gelegene Zellenschicht der Schleimhaut; der dicke Schleim wird etwas verdünnt, wird zu einer zähen, gallertartigen Masse, welche die einzelnen ebenfalls aufquellenden Schleimhautzellen umzieht und mit einander verbindet.

Während der Verdauung findet also im Magen eine doppelte Absonderung statt: die Wände des Magens überziehen sich mit einer Schicht schlüpfrigen, zähen Schleimes (aus durchsichtigem Schleim und den Zellen der Schleimhaut bestehend), — und zwischen den in ihnen befindlichen Oeffnungen hindurch quillt aus den Magengrübchen, welche bei der Erweiterung des Magens sich vergrößern, der verdauende Magensaft (bestehend aus der durchsichtigen sauren Flüssigkeit und den Zellen der Labdrüsen).

Diese beiden Absonderungen haben verschiedenen Nutzen. Der Magensaft verdaut und die Schleimhaut schützt den Magen vor dem Verdautwerden. Im Magen geht nämlich während der Verdauung ein „Wunder" vor sich, wie es kaum größer gedacht werden kann! — Die einzelnen Verdauungssäfte lösen verschiedene Stoffe. So löst der Speichel des Mundes das Stärkemehl, indem er es überführt in eine andere chemische Zersetzung, — der saure Magensaft aber verdaut und löst Fleisch. Nun besteht aber, wie wir gesehen haben, der Magen selbst aus Fleisch, und er könnte sich selber empfindlich verwunden. Auf anderen Schleimhäuten findet dieß auch statt. Wer sich erbricht unter Verhältnissen, wo der saure Magensaft eben abgesondert wurde, der hat in seinem Munde nicht nur den sauren Geschmack des Saftes, sondern empfindliche kratzende Schmerzen, als ob er eine ätzende Flüssigkeit in Schlund und Mund gebracht hätte. Dies ist auch der Fall; der Magen-

saft ätzt und zerstört die Schleimhaut des lebenden Mundes, daher kommt auch jenes unangenehme schmerzhafte Gefühl, welches viele Leute beim sogenannten Sodbrennen haben, das heißt beim Aufstoßen, bei welchem (in Folge geringfügiger Unregelmäßigkeiten der Verdauung oder krankhafter Verhältnisse) etwas Magensaft mit der beim Aufstoßen heraufbeförderten Luft nach oben gelangt, der bei der Berührung des Kehlkopfdeckels und des weichen Gaumens ein höchst empfindliches unangenehmes Brennen hervorruft. Im Magen dagegen haben wir dieses Gefühl nicht. Es schützt uns der abgesonderte Schleim, der zwar auch vom sauren Magensaft durchfeuchtet wird, aber in so geringer Menge, daß die alkalische Blutflüssigkeit, welche nach dem in der Einleitung Mitgetheilten (S. 18) besonders reichlich zu den sauren Flüssigkeiten hinübertritt, im Stande ist, die Säure immer zu neutralisiren, das heißt durch Zuführung eines Alkali abzustumpfen und in ihrer chemischen Wirkung zu hemmen. Wenn ein Chemiker einen Stoff auflösen will, so wird er nicht dazu ein Gefäß wählen, welches aus demselben Stoffe besteht; will ein Chemiker Zink in Salzsäure auflösen, so thut er dies nicht in einem Gefäße aus Zink, denn dieses würde ebenso zerfressen und aufgelöst werden, wie die hineingeworfenen Zinkstückchen, sondern in einem Gefäße aus Glas, gegen welches die Salzsäure machtlos ist. Wir in unserem Magen aber lösen „Fleisch“ auf in einem Gefäße von „Fleisch“, welches seinerseits den lösenden Stoff erst abgesondert hat. Gewiß ein Vorgang, dessen Erfolg an das Wunderbare grenzt, wenn wir auch im Stande sind, die Einzelheiten desselben nachzuweisen und dadurch das sogenannte „Wunder“ als einen natürlichen Vorgang zu erklären, der sich aus bekannter Ursache und Wirkung zusammensetzt; denn nur die Wirkung aus einer uns unbekannten und unbegreiflichen Ursache nennt man „Wunder“.

Aehnliche Schutzmittel gegen Lösungen finden wir auch anderwärts in der Natur außerhalb des lebenden Leibes. Als im Juni 1869 das überschwemmte Salzbergwerk Wieliczka durch eine Pumpmaschine von 250 Pferdekraft zum Theil vom Wasser befreit war, fand man, daß überraschender Weise der Grund desjenigen Theiles des Bergwerkes, welcher „Haus Oestreich“ genannt wird, nur wenig gelitten hatte, und obwol Monate lang über dem Salze Wasser gestanden, war doch ein großer Theil des Salzes so wenig gelöst, daß an vielen Stellen die auf festem Salzgestein angebrachte Eisenbahn noch fest und in fahrbarem Zustande sich befand. Im Wasser hatte sich ein Theil des aufgelösten

Salzthones als Schlamm zu Boden gesetzt, und dieser salzhaltige Schlamm, in der Bergwerkssprache „Leist“ genannt, hatte den Boden des Bergwerks bedeckt und vor dem lösenden Einflusse des Wassers geschützt. Man sah dieß deutlich an den Seitenwänden; nach unten, wo sich der salzhaltige Thonschlamm befand, waren sie unversehrt; je weiter nach oben, um so stärker hatte das Wasser an ihnen geleckt und seine Spuren durch Auflösen der Wände zurückgelassen. — Was hier am Salzbergwerke der „Leist“ nützte, das nützt in unserem Magen die Schleimschicht. Wäre das Bergwerk auf allen Seiten von Leist überzogen gewesen, so würde die lösende Kraft des Wassers machtlos gegen dasselbe geblieben sein; unser Magen nun ist auf allen Seiten, unten und oben, an der Cardia und Pylorus, mit jener von ihm selbst abgesonderten Schleimschicht überzogen, und so erfreut er sich dieses Schutzes vor seinem ätzenden Magensafte an allen Theilen.

Der verdauende Magensaft übt nur dann seine lösende Einwirkung aus, wenn er aus saurer Flüssigkeit und Labzellen zusammengesetzt ist. Man kann daher den Magensaft auch künstlich darstellen, wenn man die Labzellen aus dem Magen eines eben getödteten Thieres nach Entfernung der Schleimschicht aus den Labdrüsen herauspreßt (indem man mit einem Spatel oder Messerrücken fest auf die innere Magenwand drückt) und dann mit Salzsäure schwach angesäuertes Wasser hinzusetzt. Man gewinnt auf diese Weise einen „künstlichen Magensaft“, mit welchem man in einem auf die Blutwärme erwärmten und immer warm gehaltenen Glasgefäße die Verdauungsthätigkeit des Magens auf dem Tische nachzuweisen, — und die Veränderung, welche Fleischfasern im Magensafte erleiden, — die allmälige Lösung kleiner Stücke geronnenen Eiweißes, welche an ihren Rändern durchsichtig und wie abgefressen werden, — die Gerinnung des Käsestoffes der Milch und seine Auflösung im Magensafte, — zu studiren vermag. Man wird aber finden, daß nach einiger Zeit die Verdauungsthätigkeit des künstlichen Magensaftes nachläßt, entweder wenn das Gefäß kalt wird, oder auch ohne diese Ursache. (Die Abkühlung des Gefäßes kann man leicht hindern, indem man das kleine weithalsige Fläschchen, in welchem man die künstliche Verdauung vornimmt, in eine Schüssel stellt, diese mit lauem Wasser füllt, ein Thermometer hineinhängt und nun darauf achtet, daß durch Zugießen von warmem Wasser und Abfließen des sich abkühlenden das Thermometer immer eine Wasserwärme von 31 bis 33 Grad Réaumur zeigt.) Trotzdem hält nach

Verlauf von 1/2 bis 2/3 Stunde die Verdauung inne. Fügt man nun ein wenig lauwarmes Wasser hinzu und verdünnt dadurch den Magensaft, so beginnt die Verdauung von neuem, und unterstützt man durch Umrühren mit einem Glasstäbchen den Vorgang in ähnlicher Weise, wie ihn der Magen durch seine Bewegungen unterstützt, so erfolgte die Verdauung schließlich vollständig, das heißt, die kleinen Stücke Fleisch, Eiweiß, Käsestoff werden gelöst. Der Zusatz von Wasser befähigte also den Magensaft zu neuer Thätigkeit. Deßhalb soll man auch nach dem Essen etwa 1/2 bis 3/4 Stunde nach beendigter Mahlzeit Wasser in reichlicher Menge genießen, um unserm Magen ebenso seine chemische Thätigkeit zu erleichtern, wie wir durch richtige Mischung der Speisen, namentlich durch den Genuß von Brod zu Fleisch und Gemüse, und durch Zufügen von Getränk ihm die mechanische Thätigkeit erleichtern sollen. Der Erwachsene bedarf nach der Mahlzeit etwa eines Seidels Wasser, das Kind weniger, aber öfter wiederholt; es soll natürlich nicht laues Wasser getrunken werden, sondern kaltes, das ja durch die Wärme des Magens bald in laues umgewandelt wird.

Bei jeder Mahlzeit verliert der Magen fast seinen gesammten Ueberzug von Schleimhautzellen, welcher mit in den Darm übergeht und zum größten Theile mit verdaut wird; — ferner verlieren die Labdrüsen ihren Inhalt an Zellen und sondern sauren Magensaft in reichlicher Menge ab. Die Verdauungsthätigkeit ist also für unsern Magen nicht nur durch „Muskelzusammenziehung“, sondern auch durch „chemische Thätigkeit“ eine Arbeit, — und deßhalb ist es nothwendig, daß die Mahlzeiten in größeren Zwischenräumen eingenommen werden, wenn man nicht durch das Uebermaß der Arbeit seinen Magen ermüden und krank machen will. —

Die Diätetik des Magens ergibt sich beinahe von selber, sobald man die Gestaltung und Verrichtung des Organes erwägt. Ein oben und unten mit einer Oeffnung versehener Sack, dessen dünne Wände außen aus einer festen Haut, dann aus einem Geflecht von Muskelfasern, nach innen aus ziemlich dicker Schleimhaut gebildet sind, hat der Magen die Verrichtung, aus den in Schleimhaut eingebetteten und darunter liegenden kleinen Drüsen verdauende Flüssigkeit abzusondern. Die äußere Haut und die Muskelfaserhaut entziehen sich unserer Einwirkung; wir können sie höchstens vor Erkältung und Ueberhitzung schützen. Man erkältet sich Magen (und Dünndarm) am häufigsten im Sommer durch Liegen und Schlafen in der Rückenlage bei offenem Fenster oder im Freien und bei ungenügend zugedeckter dem abkühlenden Winde ausgesetzter Vorderfläche des Leibes, — im Winter unter norddeutschen dicken Federbetten, welche der von

Ueberhitzung unruhig gewordene Schläfer verschiebt; — Schädlichkeiten, welche so leicht zu vermeiden wären, daß man schwer begreifen kann, weßhalb sie so häufig als Krankheitsursache beobachtet werden. — Die Innenfläche des Magens ist immer in Berührung mit der im Magen befindlichen Luft, außerdem während der Verdauung mit Speise und Trank. Sie befindet sich also unter ähnlichen Verhältnissen wie die Innenfläche des Mundes und der Nase. Für das „Riechorgan" gibt es keine Diätetik, weil dasselbe nur mit Luft in Berührung kommt, und weil gerade diejenigen Stellen der inneren Nasenfläche, welche die Sinneswahrnehmung vermitteln, unserer Einwirkung vollständig entzogen sind. Höchstens kann man durch fleißige Beseitigung des abgesonderten Schleimes oder durch nicht zu häufig angewendete Reizmittel die Riechfähigkeit der Nase unterstützen. „Schnupftabak" ist eben so wenig der Feinheit des Geruches nachtheilig, (wenn er nicht übertrieben häufig und gewohnheitsgemäß benutzt wird) — als das entsprechende Reizmittel für Geschmacksorgane und Magen: „Pfeffer", in irgend welcher Weise Schmeckfähigkeit oder Verdauungsthätigkeit beeinträchtigt; durch beide wird im Gegentheile die Verrichtung der betreffenden Organe angeregt und gesteigert. Dagegen ist Reinigung der Schleimhautfläche: für den Mund (auf die bei den Zähnen angegebene Weise) und täglich mindestens drei Mal wiederholtes mehrmalges Ausspülen und Ausgurgeln mit Wasser, — bei dem Magen durch regelmäßiges Wassertrinken (etwa eine Stunde nach der Mahlzeit) unumgänglich nöthig. Die Sinnesempfindung des Geschmacksorganes wird beeinträchtigt durch zu große Kälte (unter + 6° R) oder zu hohe Wärmegrade (über + 45° R), also durch eine Temperatur, welche mehr als 20 und einige Grade kälter ist — oder mehr als etwa 15 Grade wärmer wie unser Blut. — Durch die Kälte ziehen sich die bewegungsfähigen Organe zusammen; in Folge dessen regt kaltes Getränk den Magen zu kräftigeren Bewegungen an, läßt ihn seinen Inhalt in den Zwölffingerdarm hinüberpressen, reinigt mithin auch gleichzeitig die Oberfläche von Schleim, — und ruft meistens, wenn kurz vor der gewohnten Stunde der Mahlzeit einwirkend, das Gefühl des Hungers hervor. Durch Wärme dagegen wird erhöhter Blutzufluß mittelst Ausdehnung der feinsten Haargefäße veranlaßt, und in Folge dessen im Munde Steigerung des Durstes, im Magen vermehrte Absonderung des Magensaftes. Dies ist der Grund, weßhalb warme (nicht heiße) Fleischspeisen sich im Allgemeinen leichter verdauen und in höherem Grade das Gefühl der Kräftigung vorübergehend hervorrufen als kalte; letztere setzen in mehr als einer Beziehung der Verdauungsthätigkeit des Magens größeren Widerstand entgegen und werden deßhalb von Schwächlingen minder gut oder doch in geringerer Menge auf einmal vertragen, üben aber auch durch ihre größeren Ansprüche an die Magenthätigkeit die Kräfte des Organes.

Jede Körperthätigkeit wird dann am kräftigsten ausgeübt, wenn sie nicht ununterbrochen, sondern von Zeit zu Zeit nach entsprechenden Ruhepausen zur Ausübung gelangt, — und wenn sie sich Tag für Tag zur regelmäßigen Stunde erneut. Darin liegt der Grund, weßhalb der Instinkt jedes Volkes mit der steigenden Kultur einzelne Mahlzeiten festgesetzt hat, während die rohen Naturvölker, — im Süden, wie im Norden, — zu jeder beliebigen Zeit von den Vor-

räthen genießen, sobald eben das Nahrungsbedürfniß sich beim Einzelnen geltend macht; — das strenge Einhalten einer bestimmten Eß-Stunde fördert also die Verrichtung des Magens, während das Gegentheil sie beeinträchtigt. Nun erkennt man den Zusammenhang, weßhalb diejenigen Personen, welche außer den Mahlzeiten „naschen", fast immer an Magenübeln leiden und schließlich einen wirklich „schwachen", d. h. langsam und unvollständig seine Verrichtung ausführenden Magen haben.

Es tritt noch hinzu, daß — innerhalb gewisser Grenzen — der Blutreichthum und damit die Verdauungsfähigkeit des Magens sich mit der Größe der eingeführten Mahlzeit steigert. (Die Ursachen werden sich bei Besprechung der Figur 190 ergeben.) Eine kleine Mahlzeit ist mithin für den schlecht mit Blut versorgten Magen eine schwerere Arbeit, als ein reichliches Mahl. — Doch möge man nicht glauben, daß unter allen Umständen und Verhältnissen der Magen für seine Verrichtungen geschickter wird, wenn mehr Blut als gewöhnlich in seinen Adern rinnt. Auch beim Magen-Katarrh sind die Magenwandungen „blutreich"; aber Appetitlosigkeit und Verdauungsbeschwerden begleiten diese Krankheit. Wird sie wiederholt oder andauernd (chronisch) hervorgerufen, (durch heißes Trinken, heiße Suppe, anhaltendes Sitzen, Mißbrauch berauschender Getränke, übermäßiges Tabackrauchen) so werden die Labdrüsen kleiner, schwächer, blasser, durchsichtiger, sondern weniger Magensaft ab, und gleichzeitig mit der Verdauungsthätigkeit des Magens wird auch die Ernährung des ganzen Körpers herabgesetzt, erfolgt geistige Verstimmung, Unlust zur Arbeit und Denkträgheit. Jeder Katarrh einer Schleimhaut ist eben eine örtliche Ernährungsstörung und bewirkt deßhalb Abmagerung (Atrophie) der in und unter der Schleimhaut gelegenen Gebilde.

So empfindlich der Magen gegen hohe Temperatur und manche Stoffe (den beim Rauchen verschluckten Speichel) zu sein pflegt, so überraschend nachsichtig verträgt er mechanische Unbilden, welche ihm durch Verschlucken unverdaulicher harter Gegenstände zugefügt werden. Aus einer Zusammenstellung solcher Beobachtungen (k) theilen wir Folgendes mit:

Ein junger Mann von 18 Jahren, Handlungsgehülfe in Paris, hatte beim Lachen unabsichtlich eine Gabel verschluckt und dieselbe 1½ Jahr lang im Magen behalten. Der Unfall fand am 30. März 1874 statt; dem sofort herbeigerufenen Arzte gelang es die Gabel bis in den Mund emporzuziehen, sie glitt aber bei einer heftigen Bewegung des Kranken von der Zange ab und wurde unwillkürlich abermals verschluckt. Unmittelbar darauf traten Erstickungsanfälle ein und machten vorläufig jeden weiteren Versuch zum Ausziehen der Gabel unmöglich. Da der Kranke während der nächsten vierzehn Tage sich wohl fühlte, so verweigerte er jede Operation. Erst nach der erwähnten Frist traten heftige Schmerzen ein, und nun versuchte man wiederum die Entfernung der Gabel durch den Mund, ohne daß dies jedoch ein zweites Mal gelungen wäre. Man konnte unmittelbar nach Nahrungseinnahme, wenn der Kranke seine Finger seitlich gegen die Magenwandungen einstemmte, die Gabel durch die Bauchdecken deutlich fühlen. „Die Ausschneidung wurde endlich am 9. April 1876 vorgenommen, wobei man

durch einen Schnitt von 4 Centimeter Länge die Bauchdecken und die vordere Magenwandung eröffnete. Hierdurch gelang es, die Gabel, deren Zinken etwas verbogen waren, herauszuziehen, worauf die Magenwandungen durch acht Nähte geschlossen und an die Ränder des Hautschnittes befestigt wurden. Während der ersten Tage durfte der Kranke nur Eis und Champagner genießen. Bald verheilten die Wunden, und am 21. Tage nach der Operation bestand nur noch „eine sehr kleine Fistelöffnung, durch welche Magenflüssigkeit nach außen gepreßt werden konnte“. — Es ließ sich in der medizinischen Literatur eine Reihe von nicht weniger als zehn Vorkommnissen zusammenstellen, bei denen es sich um Verschlucken einer Gabel, und zwar bei Irren um absichtliches, bei Gesunden um zufälliges handelte. Nur eines derselben endete tödtlich nach vorgenommener Operation. In anderen ging die Gabel (nach 20 Monaten, 4 Monaten und unbekannter Zeit) von selbst ab, oder sie gelangte (nach 229 Tagen, $4^{1}/_{2}$ Monaten, 10 Monaten, 2 Jahren) durch einen Absceß nach außen. Bei einem Irren wurde sie nach 6 Jahren bei der Sektion im Magen gefunden. — Zahlreiche Fälle sind außerdem bekannt, wo Geldmünzen, Kaffeelöffel, Schlüssel, Knochenstücke, Fischgräthen, Hemdenknöpfchen u. s. w. bald absichtlich, bald unabsichtlich verschluckt wurden und längere Zeit im Magen verblieben. Von 163 zusammengestellten Fällen endeten nur 10 tödtlich; — 85 riefen schwere Krankheitserscheinungen hervor, — und 47 Mal wurden fremde Körper ohne alle Beschwerden im Magen beherbergt. Unter diesen verschluckten Gegenständen ist besonders zu nennen: eine 9 Zoll lange Degenklinge, — eine 4 Zoll lange Scheere, — ein 4 Zoll langes Saugfläschchen, — ein nach und nach verschlucktes ganzes Dominospiel, — welche sämmtliche ohne besondere Zufälle von selbst wieder abgingen; — ferner 80 Stück Stecknadeln, von denen 70 nach einigen Tagen wieder zum Vorschein kamen, während die letzten 10 nach 31 Tagen den Tod herbeiführten; — eine 4 Zoll lange Flageoletflöte, — eine Fledermaus, die ein Kind verschluckt hatte, — eine Sammlung von 17 Messern, mehreren Glasstücken und einer Anzahl Stecknadeln, welche unter heftigen Schmerzen, zum Theil auch nach Bluterbrechen nach und nach, und im letzterwähnten Falle erst nach acht Monaten, auf natürlichem Wege entleert wurden; — endlich 35 Messer, welche von einem Matrosen nach und nach als „Bravourstück“ verschluckt wurden, und die zum Theil zwar wieder abgingen, schließlich aber nach zwei Jahren den Tod herbeiführten. — Aehnliche Beobachtungen werden bereits aus dem Mittelalter berichtet. —

Ein zartes, dünnwandiges, aus vielfachen feinen organischen Gebilden zusammengesetztes Organ vermag also gegen grobe äußere Unbilden in überraschender Weise Widerstand zu leisten! Wir haben geglaubt, diese merkwürdige Thatsache physiologischer Lebenszähigkeit, welche sich auch an manchen anderen Körpertheilen zeigt, wenigstens am Beispiele des Magens unseren Lesern vorführen zu sollen, — wenn gleich sie von keinem unmittelbaren Einflusse auf die „Diätetik“ ist.

Von größerer Bedeutung für diese ist die Frage nach der Zeitdauer der Magenarbeit. Hierüber gab es bisher nur wenige sichere und mit genügender

wissenschaftlicher Schärfe gemachte Beobachtungen am Menschen; erst in jüngster Zeit sind solche bekannt geworden Sie wurden in einem klinischen Krankenhause an einer 25jährigen Magd angestellt (l), bei welcher sich in Folge von Knochenfäulniß (Caries) der siebenten Rippe ein Absceß entwickelt hatte, der schließlich zur Eröffnung des Magens führte. Unterhalb des linken Rippenbogens befand sich die fast kreisrunde, drei Centimeter im Durchmesser haltende Oeffnung.

Die Zeitdauer der normalen Verdauung wurde geprüft, indem man stündlich ein bis zwei Mal die Reaktion der Magenflüssigkeit und den Säuregrad derselben durch Titriren mit Natronlösung untersuchte. Es ergab sich für die Frühstücksverdauung: Dauer 4½ Stunden; Säuremaximum in der vierten Stunde; — von da binnen 1½ Stunden Abfall bis zur neutralen Reaktion.

Mittagsverdauung: Dauer 7 Stunden. Säuremaximum in der sechsten Stunde; in der siebenten Abfall zur neutralen Reaktion.

Nachtverdauung: Dauer 7 bis 8 Stunden. —

Bei Einführung von Alkohol (13 Ccm. auf 100 acqua destillata) trat die neutrale Reaktion des Magensaftes, welche die Beendigung der Verdauung anzeigt, jedes Mal später ein: um ½ bis 1¾ Stunde. Alkohol verlangsamt also die Verdauung! — Nach dem Genuß einer Tasse schwarzen Kaffee trat die neutrale Reaktion um eine Stunde später ein, und zugleich erfuhr das Maximum des Säuregrades eine Herabminderung. — Pepsin verkürzt die Verdauungszeit nicht. — Destillirtes Wasser erregte keine saure Reaktion, — wol aber Hochquellwasser, dessen geringe chemische Abweichung hier schon von Einfluß zu sein scheint. (Sobald der Alkohol auch nur geringe Zeit im Magen verweilt, wird schon deutliche Aldehydreaktion erhalten, so daß es scheint, als ob Alkohol im Magen in Aldehyd umgesetzt werden kann.)

Die vom Verfasser dieses Buches in die Diätetik eingeführte Lehre: daß man regelmäßig 1 bis 2 Stunden nach der Mahlzeit ein halbes Liter Wasser trinken solle, — zu welcher wir durch Beobachtungen bei „künstlicher Verdauung“ (in der Brutmaschine) geführt wurden, — erhält also durch diese Beobachtungen ihre volle Bestätigung. —

Die „Lage“ des Magens in unserm Innern ist bisher von den meisten Anatomen so beschrieben und abgebildet worden, daß der Magen ein quer unter dem Zwerchfell liegender Sack sei, dessen Pförtner auf der rechten Seite des Körpers in das Duodenum übergehe, während die sackartige Ausbauchung nach links liegt. In dieser Weise haben wir auch die Lage des menschlichen Magens auf Tafel I abgebildet, welche „die Lage der inneren Organe des menschlichen Leibes“ übersichtlich darstellt. In neuester Zeit ist jedoch nachgewiesen worden, daß der Magen vielmehr eine fast senkrechte Stellung im Körper habe (m). Der halbvolle Magen, welcher nur mäßig ausgedehnt ist, mag auch die Lage, wie sie von uns abgebildet wurde, einnehmen; ist der Magen aber mit Speisen und Luft erfüllt und wird er von diesen auf einen größeren Umfang

ausgedehnt, so liegt er vielmehr auf der linken Seite des Leibes, unmittelbar unter dem Zwerchfelle, Fig. 189, und noch viel mehr in der Richtung von oben nach unten; der Blindsack des Magens schmiegt sich der untern Krümmung des Zwerchfelles an, in welche er hineinragt, und beinahe drei Viertheile des Magens werden dann von den Rippen umschlossen,

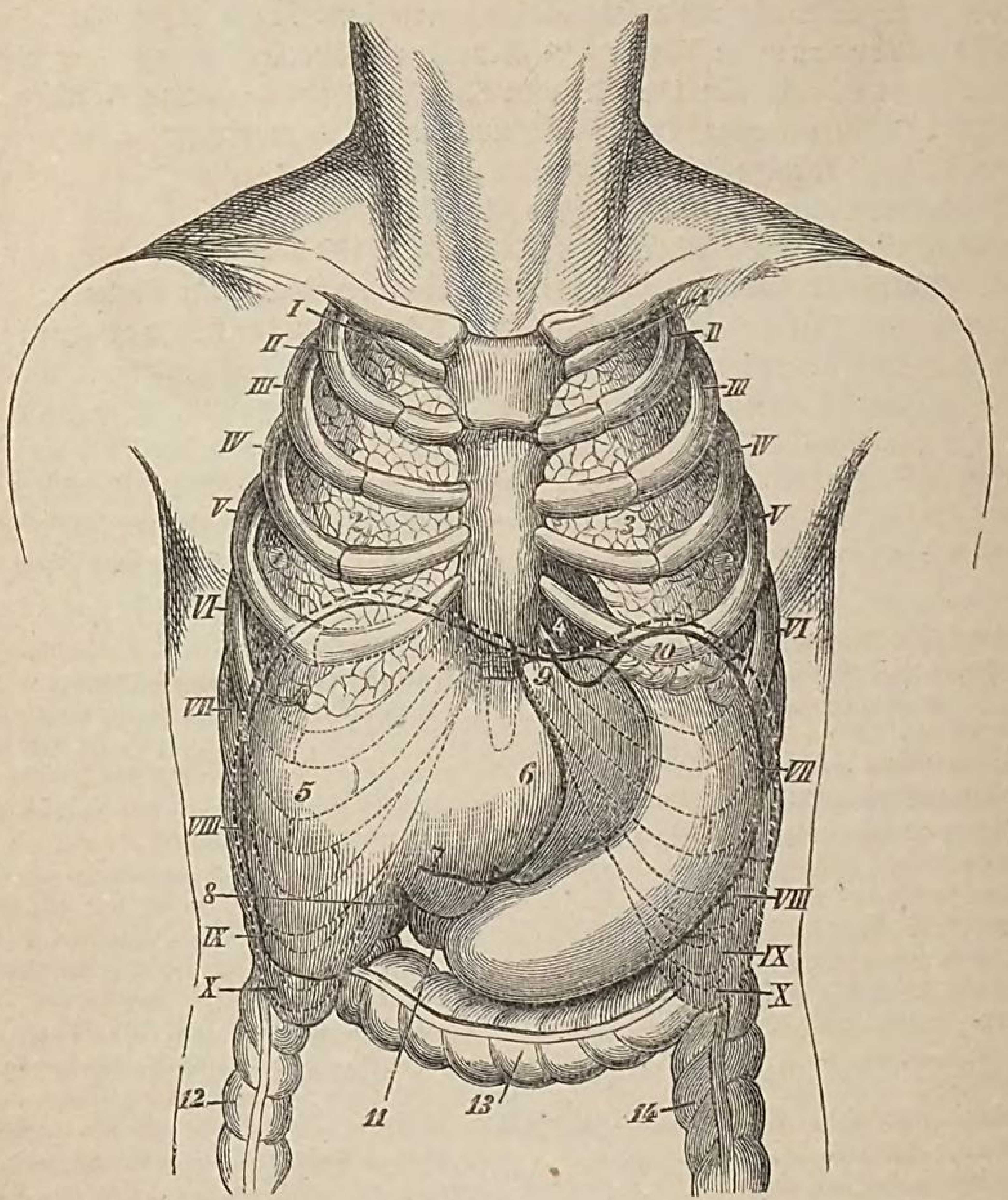


Fig. 189. Lage des menschlichen Magen.

I—X Die erste bis zehnte Rippe. — 1, 1 Brustwarzen in ihrer Lage zu den Rippen. — 2 Die rechte, — 3 die linke Lunge. — 4 Die von Lunge freie vordere Seite des Herzens. — 5 Der rechte Leberlappen, — 6 der linke Leberlappen, — 7 der viereckige Leberlappen. — 8 Die Gallenblase. — 9 Magenmund, — 10 Blindsack, — 11 Pförtner des Magens. — 12 Aufsteigender Dickdarm. — 13 Quergrimmdarm, — 14 Absteigender Dickdarm.

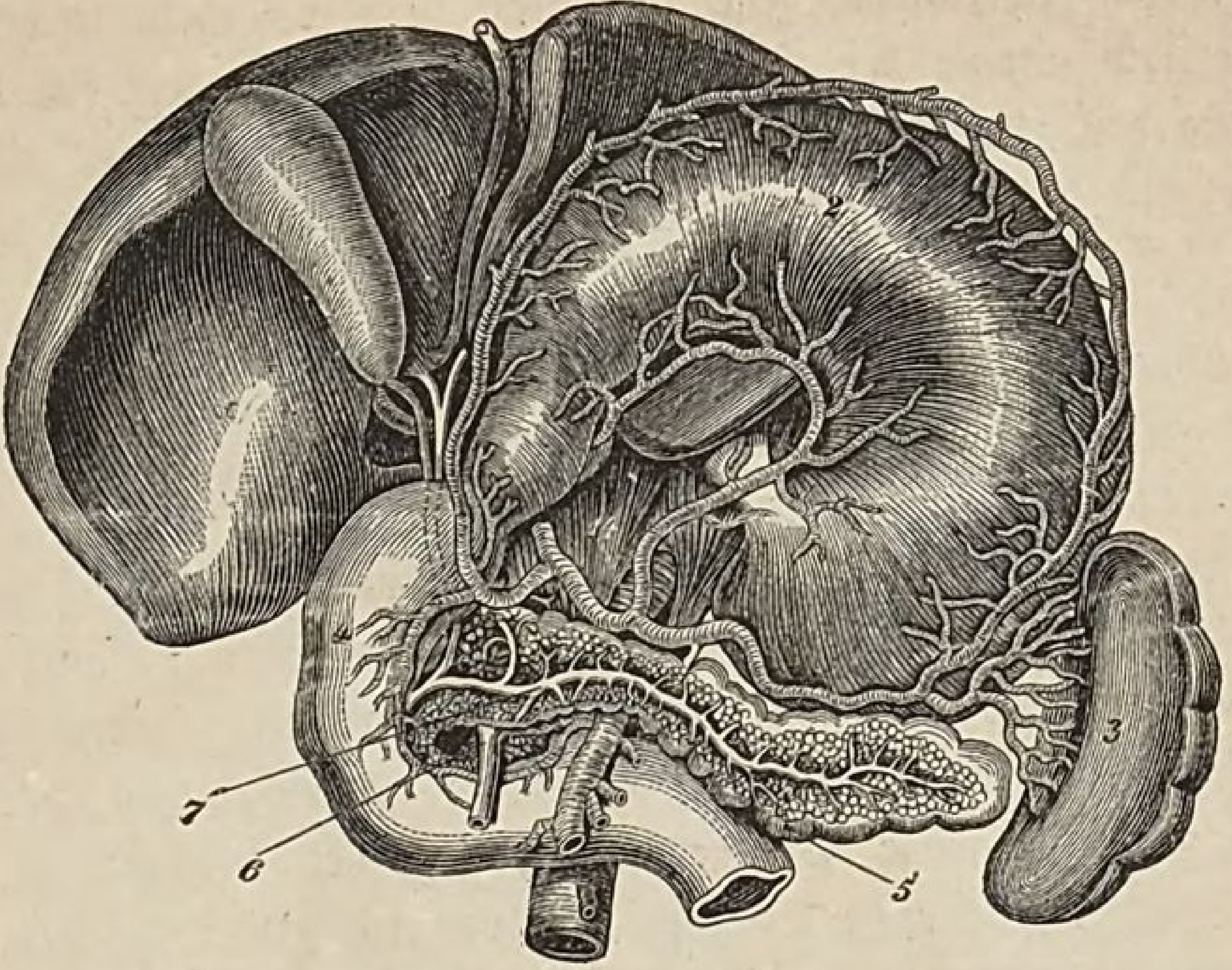


Fig. 190. Magen, Zwölffingerdarm, Leber, Bauchspeicheldrüse und Milz.

Magen und Leber sind zurückgeschlagen, so daß man auf der untern Seite der letztern die Gallenblase sieht und der Uebergang des Magens in den Zwölffingerdarm sichtbar wird; Zwölffingerdarm, Bauchspeicheldrüse und Milz sind in ihrer Lage geblieben.

1 Leber. — 2 Magen. — 3 Milz. — 4 Zwölffingerdarm (Duodenum). — 5, 6 Bauchspeicheldrüse (Pancreas). — 7 Der Ausführungsgang der traubenförmigen Bauchspeicheldrüse (Ductus Wirsungianus), — neben welchem sich häufig noch ein zweiter Ausführungsgang (Ductus Santorini) befindet, der gleich dem ersten die Absonderung der Bauchspeicheldrüse in den Zwölffingerdarm befördert. — Weiter oben sieht man die „Gallenblase" und ihren Ausführungsgang. — Bei der Fortsetzung des „Zwölffingerdarmes" (4) und in der Gegend, wo er „Dünndarm" genannt zu werden anfängt, erblickt man mehrere abgeschnittene Blutgefäß-Rohre; zunächst dem Ausführungsgange der Bauchspeicheldrüse geht senkrecht vor dem Darme die „untere Gekrös-Blutader" (Vena mesenterica inferior) herauf, welche das Blut aus den Eingeweiden zurückleitet; — daneben, gegen das abgeschnittene Darmende hin, liegt senkrecht hinter dem Darme die „Aorta", und vor dieser und dem Darme die „untere Gekrös-Pulsader", welche das Blut nach den Baucheingeweiden hin führt. (Die Verästelungen dieser Ader sind in Fig. 3, S. 7, und Fig. 195, S. 522 abgebildet.) Unmittelbar über der „unteren Gekrös-Pulsader" und der „Bauchspeicheldrüse" befindet sich „der Dreifuß" (Tripus Halleri), das heißt die Stelle, an welcher die große Eingeweidepulsader (Arteria coeliaca) sich in die Aeste theilt, deren einer zur Milz (3) und zum Magen geht (Arteria gastroepiploica sinistra); letzterer begleitet die große Krümmung des Magens und bildet mit der von der andern Seite herkommenden Pulsader (Arteria gastroepiploica dextra) einen Kreis; — der zweite Ast versorgt die kleine Krümmung des Magens als linke Magenpulsader und bildet mit der rechten eine Schlinge; der dritte geht zur Leber. Man sieht, daß diese drei Aeste, in welche die große Eingeweidepulsader sich theilt, wirklich die Form eines „Dreifußes" bilden; die große Eingeweidepulsader tritt in der Gegend vor dem 12. Brustwirbel unter einem rechten Winkel aus der Aorta hervor, da wo diese zwischen den beiden innern Schenkeln des Zwerchfelles (14) liegt, wie man dies auch in der Abbildung sieht.

während nur der kleinere Theil vorn aus der Brust hervorragt und dicht an der Bauchwand liegt. — Diese Stellung des gefüllten Magens ist nicht ohne Wichtigkeit für die Verdauung und für Weiterbeförderung der Speisen. Schon dem Gewichte der Schwere nach müssen die Speisen gegen den Pförtner andringen; man erkennt leicht, wie nicht nur krankhafte Verengerung oder Verhärtung des Pylorus die Beförderung der in Masse eindringenden Speisen hindern müsse, sondern wie auch zu feste Speisen selber sich den Weg versperren, so daß nur das Gelöste durch die enge Oeffnung des ringförmigen Pförtners mit seinen klappenartigen Falten in den Zwölffingerdarm übergehen kann.

Da während der Verdauung der Magen ungleich mehr Blut bedarf, als im nüchternen Zustande, wo er zusammengezogen ist und hierdurch das Einfließen des Blutes in die zahlreichen Blutgefäße seiner Schleimhaut behindert, so waren besondere Vorrichtungen nöthig, um binnen kurzer Zeit große Mengen Blutes in den Magen zu schaffen. Auf die einfachste Weise ist diese Aufgabe dadurch gelöst worden, daß die aus der großen Hauptpulsader des Körpers, der Aorta, Fig. 190, zwischen Magen (2) und Bauchspeicheldrüse (5) entspringende große Eingeweidepulsader sich in den „Dreifuß", d. h. drei gleich starke Zweige, theilt, welche sich, nachdem sie einen großen und einen kleinen Bogen gebildet haben, wieder mit einander vereinigen; der eine dieser Bogen umzieht den Magen außen an der großen Krümmung, — der andere kleinere Bogen befindet sich innen an der kleinen Krümmung des Magens. — Man erkennt leicht, daß die Blutflüssigkeit mit großer Kraft und Schnelligkeit in den Magen eindringen muß, wenn sie aus der Aorta kommend von allen Seiten zugleich auf einmal dem Magen zufließt. Da diese nämliche Pulsader auch den benachbarten Organen, Leber, Bauchspeicheldrüse und Milz, Blut liefert, so werden auch diese bei der Verdauung thätigen Theile immer in gleicher Weise mit Blut versorgt, wie der Magen.

Die Uebergangsstelle des Magens, Fig. 190, 2, in den Zwölffingerdarm (4) ist durch eine kleine Einschnürung kenntlich. In den Zwölffingerdarm ergießen sich die Absonderungen der Bauchspeicheldrüse (5, 6) und der Leber (1). — —

Die Bauchspeicheldrüse ist beim erwachsenen Menschen in der Regel 23 Centimeter lang, $4^1/_2$ Centimeter breit und fast 3 Centimeter dick. Wir sehen sie in Fig. 191 von ihrer hinteren Seite in ganzer Länge.

Die Bauchspeicheldrüse liegt für gewöhnlich hinter dem Magen, gegen die Milz gerichtet, etwa vor dem ersten Lendenwirbel. Ihre Speichelabsonderung wird durch die Thätigkeit des Magens beim Verdauen in ähnlicher Weise angeregt, wie unser Mundspeichel beim Kauen. Die Absonderung der Drüse ist eine ziemlich zähe, klare, durchsichtige, stark alkalische Flüssigkeit. Wenige Minuten nach der Aufnahme von Wasser oder anderer Flüssigkeit und eine Viertel- bis eine halbe Stunde nach

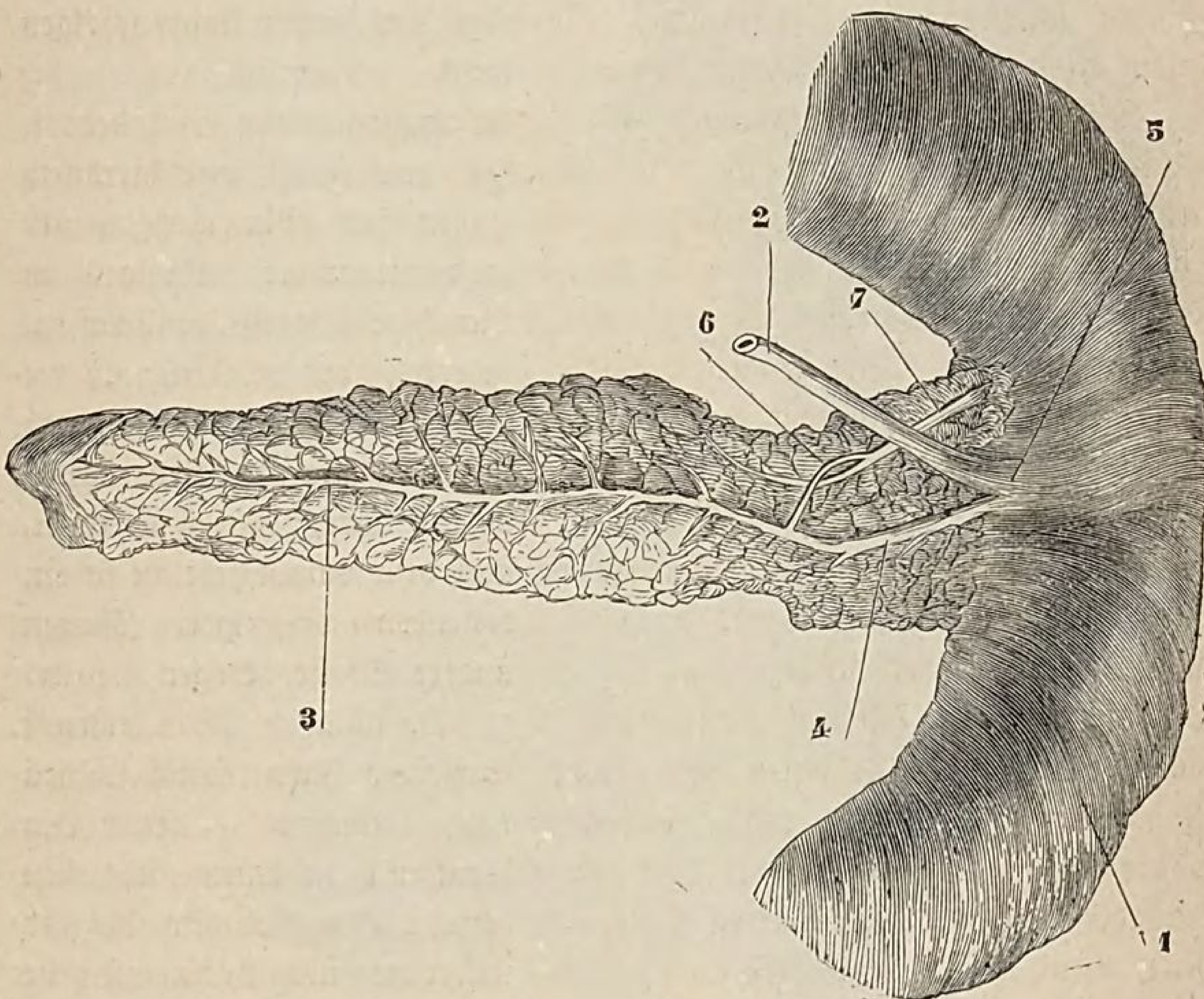


Fig. 191. Hintere Seite der Bauchspeicheldrüse.

1 Zwölffingerdarm. — 2 Ausführungsgang der Gallenblase. — 5 Die Stelle, wo dieselbe in den Darm mündet. — 3, 4 der große, und 7 der kleine Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse in den Darm. — 6 Eine Verbindung beider.

dem Genuß fester Nahrung ergießt die Drüse am leichtesten ihre Absonderung in den Zwölffingerdarm, woselbst sie nicht nur zum Verdünnen des aus dem Magen übergetretenen Speisebreies, sondern auch zum Verdauen wichtiger Nährstoffe dient. Beim Eintritt in den Darm mischt sich übrigens der Speichel des Pankreas mit der zu gleicher Zeit aus der

Leber reichlicher hervorfließenden Galle, weil beider Ausführungsgänge unmittelbar neben einander in den Darm münden.

Auch durch Gemüthsbewegungen, durch Aufregung, Schreck und Angst und dergl. scheint die Absonderung der Bauchspeicheldrüse, vielleicht auch die der Leber, angeregt zu werden, und der reichliche Erguß derselben in den Darm bewirkt dann eine so bedeutende Verdünnung des Darminhaltes, daß wässerige Stuhlentleerungen erfolgen, welche bekanntlich als Zeichen der Angst seit Langem gelten. — In den Zwölffingerdarm ergießen sich nicht nur die Absonderungen der Leber und der Bauchspeicheldrüse, sondern auch zahlreiche andere Drüsen.

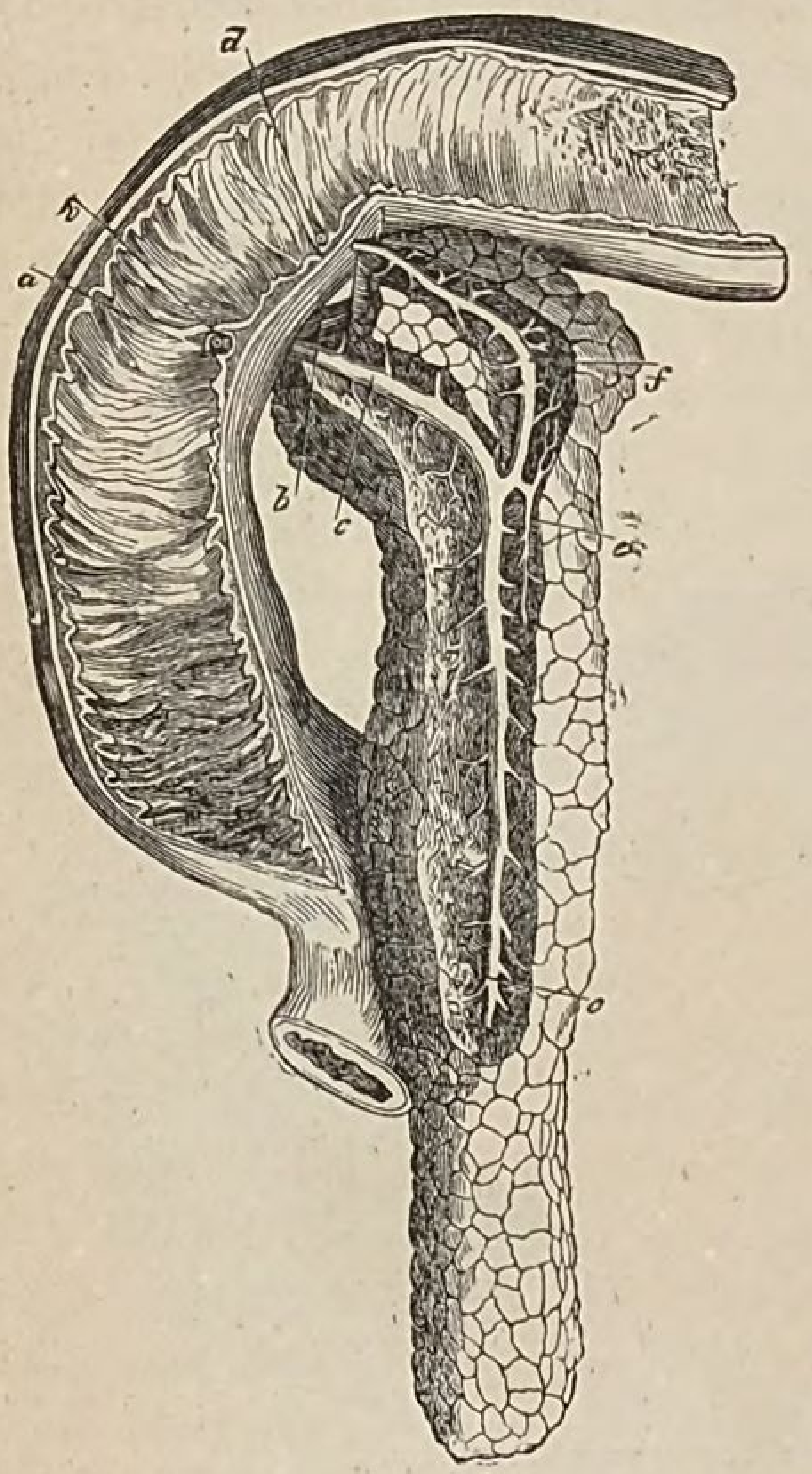


Fig. 192. Die Bauchspeicheldrüse und die Einmündung ihrer Ausführungsgänge in den Zwölffingerdarm.

a Innere Oberfläche des Zwölffingerdarmes. — v Einmündung des größern Ausführungsganges, und d Einmündung des kleinern Ausführungsganges in den Zwölffingerdarm. — c, f die beiden Ausführungsgänge, zu denen e zuweilen noch ein kleiner hinzutritt. — b Der Ausführungsgang der Gallenblase.

„Drüsen" nennen wir jene Organe unseres Leibes, welche durch eigene Thätigkeit aus dem vom Blute in sie eintretenden wässerigen Lösungen andere Stoffe bereiten, — wie z. B. Magensaft, Schweiß, Schleim, Harn, Milch, Thränen, Galle ꝛc. — Das Blut dient also in ihnen nicht allein dem Stoffwechsel für die Ernährung und Erhaltung der einzelnen Theile unseres Körpers, sondern es dient auch dem Stoffwechsel für Neubildung früher noch nicht vorhandener Lösungen, Mischungen und Gebilde, — alle Drüsen haben rundliche Form, sind weich, von zahlreichen Blutgefäßen durchsetzt und umgeben,

und sind mit Nerven, die nicht unter dem Einflusse unseres Willens stehen, versehen.

Wir haben bisher bei unsern Betrachtungen bereits mehrere Arten Drüsen kennen gelernt: 1) einfache Schlauchdrüsen, wie die Labdrüsen des Magens und die in der Form ihnen sehr ähnlichen sogenannten Talgdrüsen des Menschen, welche in ähnlichen Zellen, wie die Labdrüsen des Magens Fett absondern, welches dazu dient, unsere Haut geschmeidig zu machen, das sogenannte Hauttalg. — 2) Längere Schlauchdrüsen, bei denen das blinde Ende (mit oder ohne Theilung) eine Anzahl Windungen macht, so daß die Drüse einem aufgewickelten Garnknauel ähnlich sieht und daher nicht unpassend den Namen Knaueldrüse erhalten kann; zu ihnen gehören die Schweißdrüsen unserer Haut, so wie die Nieren, deren Drüsenschläuche wir bei der „Verdauung der Getränke" zu betrachten Gelegenheit finden werden. — 3) Traubige Drüsen, wie z. B. die Thränendrüse, die Bauchspeicheldrüse, die traubigen Schleimdrüschen an den Geschmackspapillen, die traubigen Drüsen des Duodenum und des Schlundes.



Fig. 193. Eine traubenförmige Drüse.
(Unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung.)

Die traubenfömige Drüse führt ihren Namen von ihrer Aehnlichkeit mit einer Weintraube, welche in der That nicht gering ist (Fig. 193). Eine solche Drüse von der Größe eines mittlern Stecknadelkopfes zeigt unter dem Mikroskop betrachtet eine Anhäufung einzelner runder, einfacher, kurzer Schlauchdrüsen um gemeinsame kleine Ausführungsgänge, welche

letztere wieder zu größeren Ausführungsgängen sich vereinen, wie wir dies an der aufgeschnittenen Bauchspeicheldrüse (Fig. 192) gesehen haben. Im Zwölffingerdarm so wie im Schlunde finden sich derartige kleine traubenförmige Drüsen in großer Anzahl; sie bewirken durch ihre Absonderung eines dünnen flüssigen Schleimes, daß die Oberfläche der Schleimhaut an beiden Stellen stets feucht und für die vorübergleitenden Speisen schlüpfrig bleibt.

Es gelang zwei Beobachtern (n), die Bauchspeicheldrüse von lebenden Kaninchen durch besondere Vorrichtungen während des Lebens mit dem Mikroskope zu untersuchen, ohne daß die Drüse eintrocknete oder abgekühlt wurde, also ohne daß man die äußeren Verhältnisse derselben und mithin auch ihre Verrichtung wesentlich änderte. Sie erkannten dabei, daß die Drüse in den einzelnen Schläuchen und kolbenförmigen Gebilden, aus denen sie besteht, ihre Form bei der Absonderung verändert. Bei hungernden und leidenden Thieren waren die feinsten absondernden Drüsenbläschen etwas kleiner und glattrandig, bei kräftigen und verdauenden waren sie größer und mit scharfen Einkerbungen und kräftigen Wölbungen, also ausgedehnt von der Absonderung. Die Aussonderung des fertigen Drüsensaftes durch die Zellen geschah nicht nach allen Seiten hin, sondern nur an der freien Fläche der Zellen, welche dem inneren Drüsenraume zugekehrt war. —

Zu den traubenartigen Drüsenformen lernen wir noch eine weitere kennen in der Leber, deren genauere Betrachtung wir uns jedoch für später versparen müssen, nachdem wir in der Kenntniß der gesammten Verdauungsorgane und ihrer Thätigkeit, sowie des Blutlebens die nöthigen Unterlagen gewonnen haben. Für jetzt genügt es, wenn wir darauf aufmerksam machen, daß die Leber reichlich mit Blutgefäßen durchzogen ist, und daß diese Blutgefäße so angeordnet sind, daß sie um je ein mittleres größeres Blutgefäß ziemlich regelmäßige Netze feiner Haargefäße bilden. Inmitten dieser langgestreckten Masse netzförmig unter einander verbundener Blutgefäße liegt die größere Blutader, in welche diese Blutgefäße münden, etwa wie der Docht inmitten eines Lichtes oder Wachsstockes. Durchschneidet man einen Wachsstock, so sieht man den Docht in der Mitte und um ihn herum das Wachs in Form einer runden Scheibe. Weil aber zahlreiche derartige Gebilde dicht neben einander in der Leber sich befinden, so haben sie sich (aus gleichem Grunde, wie die Bienenzellen) sechseckig aneinander abgeplattet und sind daher auf dem Durch-



Blutgefässe in der Leber.

von der Pfort-Ader aus roth, von der Leber-Vene aus blau

schnitte nicht rund. — Die Anatomen, welche die Leber zuerst untersuchten, fanden auf den von ihnen gemachten Durchschnitten der Leber immer wieder sechseckige Formen und nannten diese „Leber-Läppchen". Man sagte daher, daß die Leber aus kleinen „Läppchen" zusammengesetzt sei. Da wir aber im gewöhnlichen Leben mit dem Ausdrucke „Läppchen" einen dünnen flachen Gegenstand bezeichnen, während die „Leber-Läppchen" nur die Form des Quer-Durchschnittes langer theils gerade, theils schlangenartig gewunden verlaufender Gebilde bezeichnen, so ist hierdurch vielfache Verwirrung entstanden und die Erkenntniß vom Baue der Leber unnöthiger Weise erschwert worden. Wenn man von einem Wachsstock sagen wollte, er bestünde aus kreisrunden Läppchen, so würde dies auch zur Gewinnung einer klaren Vorstellung von der Gestalt des Wachsstockes nicht gerade beitragen!

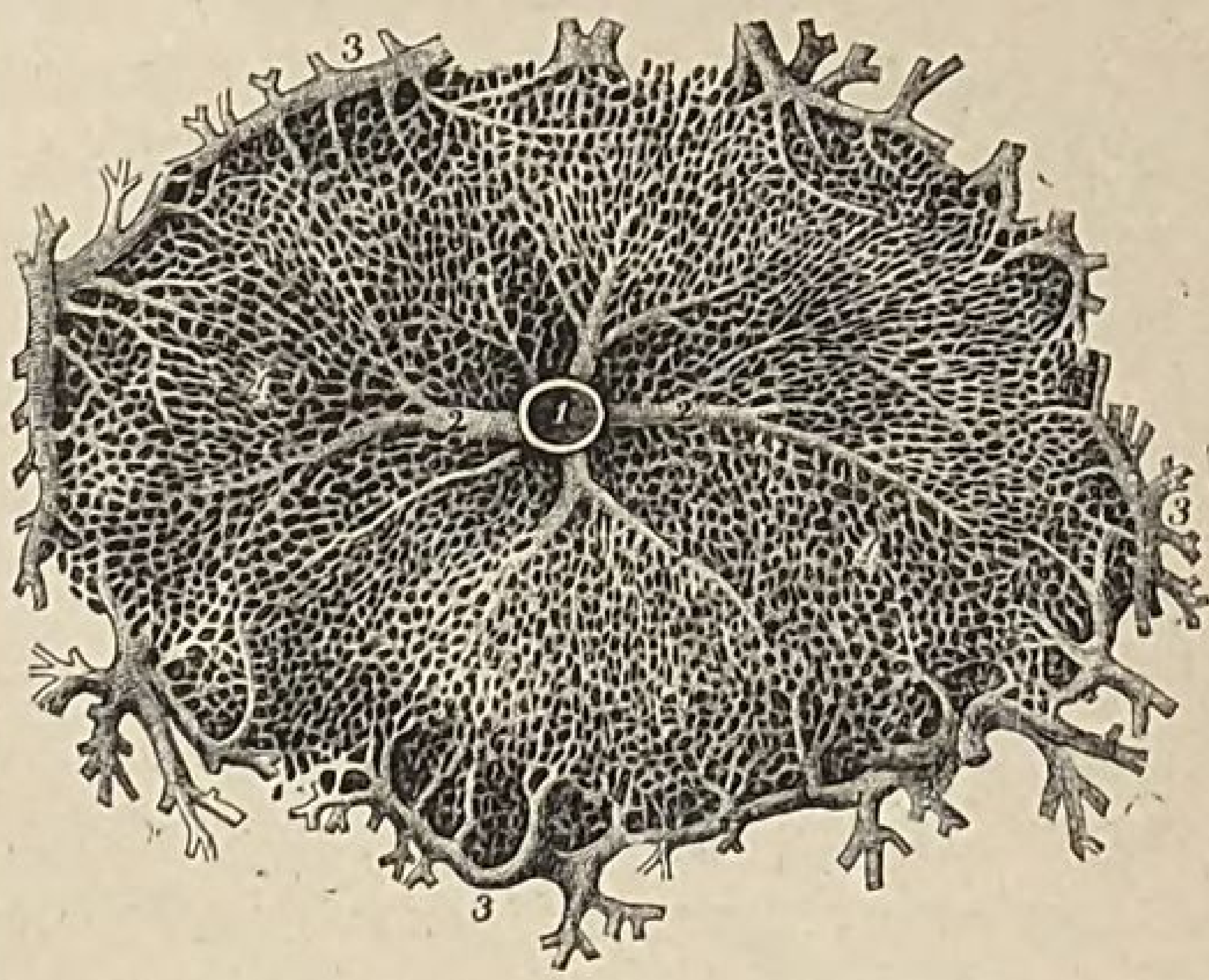


Fig. 194. Ein sogenanntes „Leber-Läppchen".
(60fach vergrößert.)

1 Blutader im Mittelpunkte des Leber-Läppchens, und 2, 2 die strahlenförmig verlaufenden Blutadern, welche die Anfänge (gleichsam Wurzeln) des Leber-Venensystems darstellen. — 3, 3 Die Blutadern zwischen den einzelnen Läppchen. — 4, 4 Das Haargefäßnetz, welches die Hauptmasse des Läppchens ausmacht; die Maschenräume dieses Netzes sind von den Leberzellen ausgefüllt.

Die Leber sondert die Galle ab: im frischen und unvermischten Zustande eine klare, dunkelgelbe oder grüne Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruch, bitterem Geschmack und weder sauer noch alkalisch reagirend (also „neutral"). Die Galle ist ein wenig schwerer wie Wasser und enthält außer ihren eigenthümlichen Farbstoffen verschiedene Fette, Seifen (das heißt Verbindungen von Alkalien mit Palmitinsäure und Oelsäure); die

in der Galle vorkommenden Alkalien sind namentlich Kochsalz; ferner phosphorsaures und kohlensaures Natron, Kalk, Bittererde, Eisen und Mangan.

Die Galle wird von der Leber unausgesetzt Tag und Nacht abgesondert und sammelt sich in der auf der untern Seite der Leber befindlichen Gallenblase an (Fig. 190), deren Form wohl Jedermann von Thieren kennt. Ein Mensch von etwa 120 Pfund Körpergewicht sondert in 24 Stunden etwas über 10 Pfund Galle ab; man kann also rechnen, daß wir für jedes Pfund unseres Gewichtes etwa $^1/_{12}$ Pfund binnen 24 Stunden absondern, mithin in dieser Zeit so viel wie den zwölften Theil unseres ganzen Körpergewichtes an Galle in den Darm ergießen. Andere Forscher haben nur den 50. Theil des Gewichtes nachweisen können. Wenn auch diese letztere Anschauung als die richtigere gelten sollte, so geht doch in jedem Falle daraus hervor, daß die Menge der abgesonderten Galle bei einem erwachsenen Menschen an jedem Tage mehrere Pfunde, also an Umfang mehrere Nösel*) beträgt, und daß mithin der Umsatz der Stoffe in der blutgefäßreichen Leber kein geringer genannt werden kann.

Die Menge der Gallenabsonderung schwankt zu verschiedenen Zeiten. Die meiste Galle sondern wir etwa 4 bis 8 Stunden nach Aufnahme der Nahrung ab; von da vermindert sie sich wieder allmälig, so daß die Einwirkung einer reichlichen Nahrungsaufnahme auf die Gallenabsonderung erst nach etwa 16 Stunden aufhört. Reichliches Trinken vermehrt die Menge der Galle. Ebenso wird sie reichlicher beim Genusse von Fleisch und Fett abgesondert, weniger beim Genusse stärkemehlhaltiger Nahrungsmittel.

Die Verrichtung der Galle bei der Verdauung besteht theils darin, Stärke in Zucker umzuwandeln, was auch der Speichel des Mundes, der Speichel des Duodenum und ein Theil der Darmsäfte vermag. Doch ist dieser Einfluß für uns minder wichtig, zumal da die genannten Verdauungssäfte ihn ebenfalls ausüben. Werthvoller ist dagegen, daß die Galle das wichtigste Verdauungsmittel der Fette ist, so daß nur ein geringer Theil des genossenen Fettes verdaut werden kann, wenn durch Krankheit oder künstlich bei Thieren auf dem Wege des Experimentes der

*) Ein „Nösel" = ½ Quart oder Liter = 1 Pfund = 500 Gramm Wasser.

Eintritt der Galle in den Darm gehindert wird; es geht dann der größte Theil des Fettes unverändert aus dem Darme wieder ab. Ein Theil des in der Speise enthaltenen Fettes wird auch unter diesen Verhältnissen verdaut; hieraus geht hervor, daß die Galle wol eine wesentliche, ja vielleicht die wesentlichste Beihülfe zur Verdauung des Fettes liefert, daß aber diese Verdauung nicht von ihr allein abhängt. Die anderen Nahrungsmittel werden beim Verdauen so umgeändert, daß sie in den wässerigen Säften der Verdauungsorgane sich auflösen und daher als wässerige Lösungen in das Blut aufgenommen werden. Vom Fett aber wird nur ein sehr geringer Theil (durch Verseifung) in lösliche Form übergeführt, während die Hauptmenge desselben durch feine Vertheilung zu einer Mischung mit Wasser befähigt wird, wie wir sie in der Milch als eine Mischung von Butter mit Wasser durch die feine Vertheilung der Butter zu sehr kleinen, nur mikroskopisch wahrnehmbaren Kügelchen kennen. Keine uns bekannte Flüssigkeit ist im Stande, so schnell die Zertheilung eines flüssigen Fettes in winzig kleine Fetttröpfchen und Kügelchen, welche dann weißliche oder weiße Farbe wie die Milch haben und wie diese „Fett-Emulsion" genannt werden (o), zu bewirken, wie die Galle. Durch Beimischung der Galle wird in dem Zwölffingerdarm das aus dem Magen durch den Pförtner in flüssiger Form gelangte Fett fein zertheilt, in Emulsion verwandelt, und gelangt in dieser Form in das Blut, also chemisch unverändert. Wenn man noch säugende Thiere, z. B. junge Katzen und Hunde, wenige Tage nach der Geburt tödtet, so kann man in ihrem Blute das von ihnen in überreicher Menge genossene Fett sowol mit bloßem Auge als mit dem Mikroskope sehen.

Außerdem hat die Galle noch eine nicht unwichtige Einwirkung auf den im Darm befindlichen Speisebrei darin, daß sie ebenso wie der Magensaft eine fäulnißwidrige (antiseptische) Wirkung auf den Darminhalt ausführt. Wenn man den Eintritt der Galle in den Darmkanal abschließt, so bleibt nicht nur das Fett zum größten Theile unverdaut, sondern es tritt auch im Darminhalte eine ungewöhnlich starke Fäulniß ein. — Von der Galle hängt auch zum großen Theile die Farbe der Darmentleerungen ab, welche im normalen Zustande braun ist, bei mangelnder Galle (Gelbsucht) dagegen weißlich, bei übermäßig reichlicher Gallenabsonderung (sehr reichlichem oder ausschließlichem Fleischgenuß, Blutanhäufung in der Leber) dunkelgrün. Indessen können auch andere Stoffe die Darmausleerungen eigenthümlich färben, so z. B. genossenes

Eisen (stark eisenhaltige Mineralwässer) durch Entstehung von Schwefeleisen schwarz.

Wenn die genossene Speise bis in den Zwölffingerdarm gelangt ist, so ist sie damit in den „Dünndarm“ eingetreten. So nennt man in seiner Gesammtheit das sehr lange, in vielen unregelmäßigen Windungen im Unterleibe liegende Darmstück vom Pförtner des Magens an bis zu seinem Uebergange in den Dickdarm. Nur der erste Theil des Dünndarmes unmittelbar hinter dem Magen trägt den Namen des Zwölffingerdarmes (Fig. 195, 1, 2); es bildet dieses Darmstück immer eine nahezu hufeisenförmige Krümmung, indem sich oben ein kleines Stück quer vom Pförtner nach rechts bis zum Hals der Gallenblase hinzieht (vergleiche Fig. 190), dann senkrecht und etwas nach links herabsteigt und sich hier unter einem Winkel nach links beugt. Dieser Theil liegt etwa in der Höhe des dritten Lendenwirbels und setzt sich in denjenigen Theil des Dünndarmes fort, welchen man Leerdarm genannt hat (Fig. 195, 2 bis 4), vermuthlich weil er in der Regel bei den Leichenöffnungen frei von Speise, nur mit Luft gefüllt, gefunden wurde. Weiter nach unten zeigt sich nun der Dünndarm in so vielfachen Krümmungen, daß man ihm den Namen Krummdarm gegeben hat (vergleiche Tafel I, die Lage der innern Organe

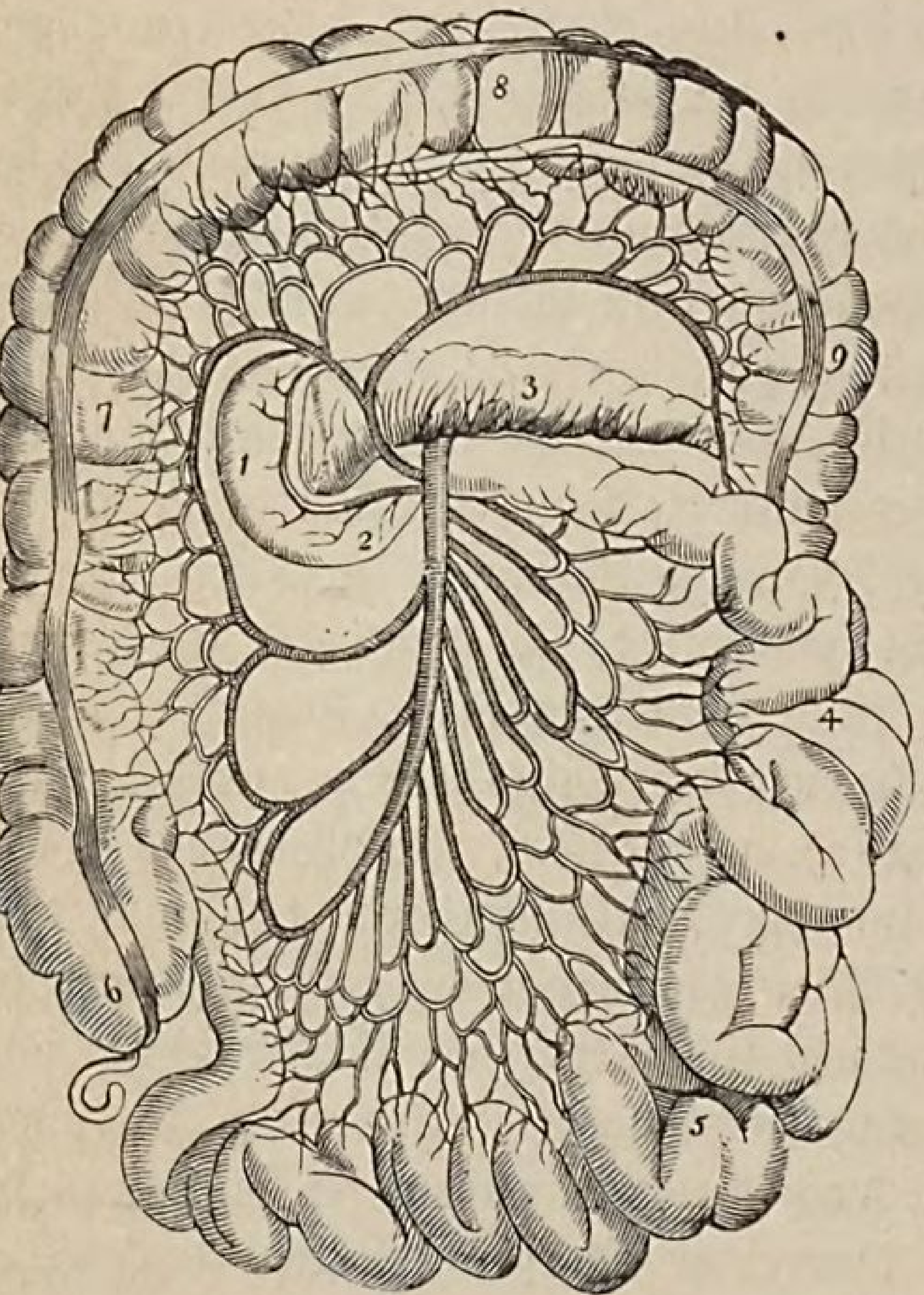


Fig. 195. Dünndarm, Dickdarm und Gekrösadern.

1, 2 Zwölffingerdarm (Duodenum). — 3 Bauchspeicheldrüse (Pancreas). — 4 Leerdarm (Jejunum). — 5 Krummdarm (Ileum). — 1, 2, 4, 5 heißen gemeinsam „Dünndarm“ (Intestinum tenue) oder enger Darm (Intestinum angustum). — 6, 7, 8, 9 „Dickdarm“ oder weiter Darm (Intestinum crassum s. amplum). — 6 Blinddarm (Coecum). — 7 Grimmdarm (Colon) und Quergrimmdarm (Colon transversum). — 8 Römisches S (S romanum, Flexura iliaca). — 9 Mastdarm (Rectum).

des menschlichen Leibes), welchen Namen er beibehält, bis er in den Dickdarm (Fig. 195, 6) einmündet. Der ganze Dünndarm ist mehr als dreimal so lang, als die Länge des ganzen menschlichen Körpers beträgt. In unregelmäßigen Krümmungen liegt der Darm in einzelnen Schleifen, die bald nach dieser, bald nach jener Seite hin gerichtet sind, im Innern des menschlichen Körpers, — in die Bauchhöhle hineingestopft und durch sein eigenes Gewicht nach unten gedrängt, wie wenn man einen unregelmäßig in Windungen und Schleifen zusammengedrängten langen Strick in einen weiten Sack hinein stopft. In welchem Zustande zieht man einen auf solche Weise in ihm aufgehobenen Strick aus demselben wieder hervor? Jedes Kind weiß, daß Strick, Bindfaden, Garn, Seidenfäden sich unter einander verwickeln, wenn sie schleifenförmig gebogen auf engem Raume zusammen liegen, eine Schleife gelangt in das offene Auge einer benachbarten Schleife, bei irgend einer zufälligen Bewegung wird eine oder die andere der Schleifen zugezogen, so daß sich ihr Auge verengert, sie umschließt dann die in sie hineingedrungene Schleife, dies findet bei mehreren statt, und endlich hat man in dem so schleifenartig gefalteten langen Faden einen unauflösbaren gordischen Knoten, dessen Windungen zu lösen beim Abwickeln unordentlich aufbewahrter Garn- und Seiden-Strähne bekanntlich keine sehr angenehme Arbeit bildet.

Der „Dünndarm" eines 6 Fuß langen Menschen ist etwa 20 Fuß lang, bildet also im Innern seines Körpers 20 bis 30 und mehr enge Windungen, Krümmungen und Schleifen. Eine geringere Zahl solcher Krümmungen der dicht neben einander liegenden Därme würden genügen, während der langen Lebenszeit durch die Erschütterungen, die beim Gehen, Laufen, Springen, ja schon durch die Ortsveränderungen, die der Darm beim Sichhinsetzen, Aufstehen, Sichniederlegen erleidet, in jedem ähnlichen Gebilde unlösbar verwirrte Knoten hervorzurufen. Dazu kommt noch, daß der Dünndarm nicht, wie ein todter Strick in einem Sacke, ruhig in unserer Bauchhöhle liegen bleibt, sondern daß er, ebenso wie die Speiseröhre über ihrem Inhalte sich zusammenzieht und den in dieselbe gebrachten Bissen herabbefördert, sich unausgesetzt während des Lebens über dem Darminhalte (Speisebrei und Luft) fest zusammenzieht und durch die fortschreitenden Bewegungen nicht nur den Darminhalt fortbewegt gegen den Dickdarm hin, sondern auch sich selbst unausgesetzt Tag und Nacht, bei der Verdauung aber am stärksten, wie ein Wurm hin und her krümmt. Es ist dies dieselbe Bewegung aus denselben Gründen, wie wir sie beim

Blutegel, beim Regenwurm und anderen aus dünner häutiger Wand mit einem flüssigen Inhalte bestehenden Geschöpfen wahrnehmen. Man braucht nur die ringelnden Bewegungen eines Regenwurms achtsam zu beobachten, so wird man sehen, wie Zusammenziehungen seines Körpers von einem Ende zum andern fortgleiten, einer Welle vergleichbar; indem die Muskeln an einer Stelle sich zusammenziehen, treiben sie dabei den Inhalt des Körpers nach der andern Stelle hin, dehnen daher die vor sich gelegene Stelle aus; auf diese Weise verlängert sich der Regenwurm und kann sich mittelst seiner Längsmuskeln wiederum zusammenziehen und verkürzen, sobald die Zusammenschnürung durch die ringförmigen Quermuskeln aufgehört hat. Indem der Regenwurm und der Blutegel um den flüssigen Inhalt ihres Körpers sich fester zusammenziehen, bewirken sie, daß ihr weicher Körper hart wird; der flüssige Inhalt dient ihnen vorübergehend als Stütze, die fehlenden Knochen ersetzend. Deßhalb fühlt sich ein lebender Regenwurm hart an, der gestorbene dagegen, dessen Muskeln schlaff sind und sich nicht mehr um den flüssigen und festen Inhalt seines Körpers zusammenziehen, weich. Aus gleichem Grunde fühlt sich auch der Darm im lebenden Menschen und Thiere hart an, nach dem Tode weich; — aus gleichem Grunde und mit den gleichen Hülfsmitteln vermag sich der Dünndarm in unserem Körper unausgesetzt wurmartig hin und her zu schlängeln, indem er den in ihm enthaltenen Speisebrei vorwärts drängt.

Wenn nun aber der 20 Ellen lange Dünndarm in vielen Windungen und Schleifen in unserem Körper dicht zusammengeballt liegt, — wenn er sich ferner unausgesetzt wurmförmig bewegt, also die Krümmungen und Schleifen Tag und Nacht neben einander sich vorbei ringeln, — wie kommt es denn, daß der Dünndarm nicht zu einem festen Knoten sich zusammenballt? Was schützt ihn vor Verschlingungen, welche den Darm zusammenschnürend die Fortbewegung der Speisen hindern und qualvollen Tod herbeiführen müßten?

Den Schutz gewähren uns Bauchhaut und Gekröse, welche den Darm überziehen und an die Rückwand der Bauchhöhle anheften, — eine ebenso merkwürdige, als bei aller Einfachheit kunstvolle Vorrichtung im Innern unseres Leibes.

Sowol der Dünndarm als die andern Organe, welche sich in der Leibeshöhle befinden, sind mit einer dünnen, aber festen und glatten Haut überzogen und gleiten vermöge dieser glatten, schlüpfrigen Oberfläche leicht an einander vorüber. Diese Haut setzt sich ununterbrochen

von den Eingeweiden auf die innern Wände der Bauchhöhle fort und überzieht auch diese, so daß nicht nur der ganze Innenraum der Bauchhöhle, sondern auch die meisten der in der Bauchhöhle befindlichen Organe von der Bauchhaut überzogen sind.

Es gilt als besonders schwierig, sich den Verlauf des innern Bauchfellüberzuges klar zu vergegenwärtigen; allein diese Schwierigkeit wird sich bedeutend verringern, sobald wir die Verhältnisse dieses Ueberzuges auf Gegenstände aus dem täglichen Leben beispielsweise übertragen. Stellen wir uns z. B. vor, man habe ein Zimmer, in welchem sich Ofen, Tisch, Stühle, Kronleuchter und Vorhänge befinden, so austapezirt, daß man die Tapete nicht nur an den Wänden des Zimmers entlang aufklebte, sondern daß man sie auch ununterbrochen fortsetzte über alle die genannten im Zimmer befindlichen hängenden und stehenden Gegenstände: dann wird man die Tapete über die Decke des Zimmers hinweggehen lassen bis an die Stelle, wo der Kronleuchter und die Vorhänge herabhängen, dort wird die Tapete von beiden Seiten aneinander stoßen, und um den Kronleuchter ununterbrochen zu überziehen, werden die von beiden Seiten kommenden Tapetenstücke aneinander geklebt werden müssen, bis sie den Kronleuchter treffen, dann gehen sie wieder auseinander, umschließen den Kronleuchter, um sich unterhalb desselben zu einem gemeinsamen Ganzen wieder zu vereinigen. Aehnlich wird bei den Vorhängen das Verfahren sein; bei den Stühlen würde die Tapete ebenfalls hinter dem Stuhle, nachdem sie von zwei Seiten aneinander getroffen ist, die Wand verlassen, in Form einer doppelten Falte, welche so lang ist, als der Stuhl hoch, gegen den Stuhl vorgehen, hinter demselben sich auseinander schlagen und nun den Stuhl überziehen; beim Ofen, welcher dicht an der Wand steht, wäre vielleicht nicht genügender Platz zur Bildung einer solchen Falte, und man würde ihn und das Ofenrohr nur auf der vordern Seite mit der Tapete überkleiden, so daß er hinter derselben zwischen ihr und der Wand sich befindet; endlich ginge die Tapete auf den Erdboden, auf die Diele über und überzöge auch dort Fußbänke oder was sonst etwa auf der Erde steht, in ähnlicher Weise. Wir hätten dann ein Zimmer, in welchem alle Gegenstände von gleicher „Farbe" erschienen, während man die „Form" der einzelnen Geräthe recht wohl durch ihren Ueberzug hindurch wahrnehmen könnte. Dabei würden Kronleuchter und Vorhänge in die in das Zimmer hinein gestülpte Tapete von oben hinein hängen und würden von dem festen Papiere nicht nur überzogen,

sondern auch getragen und in der Luft erhalten werden; ebenso wären die Stühle fest an der Wand durch die sie überziehende Tapete zurückgehalten; man könnte sie hin und her bewegen, aber nur so weit, als es die Falte der Tapete zwischen ihnen und der Wand gestattet, während man den Ofen, welchen die Tapete nur von vorn und von beiden Seiten, nicht aber von hinten überzieht, gar nicht von seiner Stelle bewegen könnte, wenn man nicht die Tapete zerschneidet oder zerreißt.

Wir haben mit diesem Beispiele eines so seltsam austapezierten Zimmers bereits ein klares und deutliches Bild von den Verhältnissen des Bauchfellüberzuges im Innern unseres Leibes gewonnen. Die Leber ist ungefähr so aufgehangen in eine große Falte des nach innen übergestülpten Bauchfellsackes, wie der Kronleuchter und wird dadurch fast unbeweglich auf der rechten Seite des Bauches oben unter dem Zwerchfell erhalten. Trotzdem ist die über 4 Pfund schwere, leicht zerreißbare Leber hierdurch so zweckmäßig befestigt, daß sie weder durch Springen, durch Fahren in einem Wagen mit schlechten Federn, oder auf holperigem Wege, noch durch andere heftige Bewegungen und Erschütterungen des Körpers selber Gefahren ausgesetzt ist, noch auch auf benachbarte Organe mit ihrer Last drückt. Unterhalb der Leber bildet das Bauchfell eine zweite Falte und umschließt, noch einmal auseinandertretend, den Magen (gleich als ob die Tapete zwei unter einander hängende Kronleuchter, erst einen größern, dann einen kleinern, überzogen hätte) und vom Magen aus hängt das Bauchfell herab mit einer langen Doppelfalte, welche „das große Netz" genannt wird. (Vgl. Fig. 196.) Dieses geht vorn noch etwas über eine Querhand unterhalb des Nabels herab; dasselbe ist reichlich mit Blutgefäßen und Fett durchsetzt, und da das Blut warm ist, während zugleich das Fett die Wärme sehr schlecht leitet, so wärmt das große Netz unsere Gedärme, schützt sie vorn, wo sie namentlich in Winterszeiten am meisten der Auskühlung durch kalten Wind ausgesetzt sind, und schützt uns mithin von innen vor Erkältung in ähnlicher Weise, wie es von außen eine wollene Bauchbinde thut. Die hintere Seite des Netzes liegt auf dem Quergrimmdarme auf, — und Zwölffingerdarm, sowie Bauchspeicheldrüse, nicht minder die große Hauptpulsader (Aorta) sind nur auf ihrer vordern Seite vom Bauchfelle überdeckt. Nach unten steigt dasselbe zur Blase und zum Mastdarm herab. Die gesammten dünnen Gedärme aber liegen in einer ununterbrochenen langen Falte des Bauchfelles, welche man „das

Gekröse" nennt. Von oben herab und von unten herauf trifft das Bauchfell an der hintern Bauchwand unterhalb des Zwölffingerdarmes zusammen, und diese beiden Blätter gehen nun gemeinsam nach vorn, wo sie die vielfach hin und her geschlängelten Därme umfassen (ähnlich wie in unserem Beispiele die Tapete den Stuhl umkleidete, oder wie man in gleicher Weise eine Bank mit der Tapete überziehen könnte).

Die Umhüllung des Darmes von dem Bauchfell und seiner Befestigung durch dasselbe an der hintern Bauchwand kann man nachahmen, wenn man ein Lineal mit einem Taschentuche überdeckt, unmittelbar hinter dem Lineal an beiden Enden mit je zwei Fingern das Taschentuch zusammenfaßt und es nun nach Länge und Quere um das Lineal herum straff zieht. Dann ist das Lineal völlig eingehüllt vom Tuche; hinter demselben senkt sich eine doppelte Falte herab, und schlägt man unter dieser Falte das Taschentuch nach beiden Seiten auf dem Tische auseinander, so hat man damit auch das Verhältniß der Bauchhaut dargestellt, wie sie neben der Falte auf die hintere Rückenwand der Bauchhöhle übergeht, um diese zu überkleiden.

Mittelst dieser langen Falte der Bauchhaut ist der Dünndarm so an der hintern Seite des Bauches befestigt, daß er bei seinen ringelnden Bewegungen zwar zu beiden Seiten oder nach oben und unten jede beliebige Bewegung ausführen kann, aber daß es ihm nicht möglich ist, von der Rückenwand des Bauches sich zu entfernen. Die Därme können sich daher nicht über einander hinschieben, sondern immer nur neben einander, und an keiner Stelle kann eine Schlinge die andere in ihr inneres Auge aufnehmen, weil immer die doppelte Falte der Bauchhaut, das Gekröse, derjenigen Darmschlinge den Weg versperrt, welche unter einem Darme hinweggleiten möchte. — Will man auch hiefür ein Beispiel haben, so braucht man sich nur vorzustellen, der Darm wäre oben an den freien Rand eines fein gefälteten Busenstreifens, wie sie ehedem von Herren vorn am Hemd getragen wurden, angeheftet. Dann kann man jede beliebige Krümmung des Darms ausführen, kann ihn hin und her schieben, wie man nur will, ohne daß der Darm sich weit vom Hemd entfernen kann, ohne daß es möglich ist, daß er sich verschlingt und Knoten bilde. —

So ist auf eine ebenso einfache als kunstvolle Weise der Dünndarm und Dickdarm seiner Länge nach mittelst des Bauchfellüberzuges im Innern des Leibes aufgehangen, frei beweglich und doch vor Verschlingung geschützt. (Die Verhältnisse des Bauchfellüberzuges sind noch etwas zu-

sammengesetzter, als wir sie vorstehend geschildert haben, indem ein zweiter Sack in den ersten hineingeschoben ist, welcher Zweite die hintere Fläche des Magens, einen Theil der Leber, den Innenraum des großen Netzes überzieht, wie man an der Abbildung Fig. 196 sehen kann.) In dieser Bauchfellfalte, im Gekröse, verlaufen die Gekrösadern, sowol die Pulsadern, als die Blutadern (Fig. 195) und können daher ebenfalls

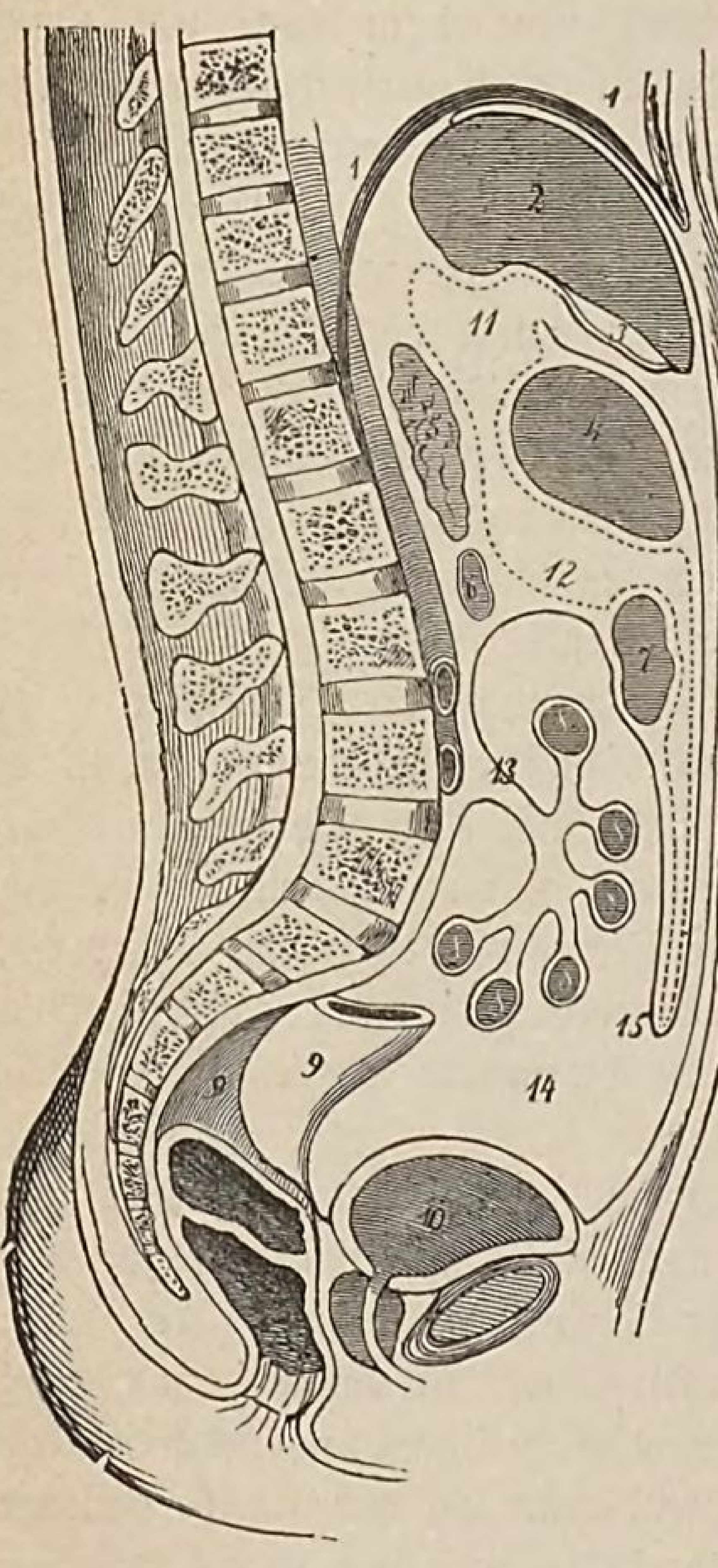


Fig. 196. Bauchhaut und Gekröse.

(Vereinfachter Durchschnitt. Nach Prof. E. H. Weber.)

1, 1 Zwerchfell. — 2 Leber. — 3 Gallenblase. — 4 Magen. — 5 Bauchspeicheldrüse. — 6 Zwölffingerdarm. — 7 Quergrimmdarm. — 8, 8, 8, 8 Dünndarm. — 9, 9 Mastdarm (zum Theil von der Bauchhaut überzogen, zum Theil nicht). — 10 Harnblase und die durch die Prostata hindurchgehende Harnröhre. (Die Harnblase ist nur auf der oberen Seite von der Bauchhaut überzogen). — 11 Das „kleine Netz“ (Omentum minus, und zwischen 11 und 3 das Foramen Winslowii). — 12 Quergekröse (Mesocolon transversum), zum Quergrimmdarm gehend. — 13 Gekröse (Mesenterium), zum Dünndarm gehend. — 14 Die Bauchhauthöhle (Cavum peritonei). — 15 Das vorn von Magen und Quergrimmdarm herabhängende „große Netz“ (Omentum majus).

wol hin und her bewegt werden, indem sie den Bewegungen des Darmes folgen, ohne jedoch erhebliche Zerrung zu erleiden. Im Gekröse liegen auch in reichlicher Anzahl jene eigenthümlichen Nervenorgane, welche man unter dem Namen „Vater'sche Körperchen“ (Fig. 197) kennt und über welche wir uns schon früher (S. 173) ausgesprochen haben.

Der Innenraum des Zwölffingerdarms ist mit Schleimhaut überzogen, welche nur einige wenige Querfältchen und eine Längenfalte in demselben bildet. Im Innern des Leerdarmes und Krummdarmes aber, oder, wie man sie auch gemeinsam nennt, des „Gekrös-Darmes", bildet die Schleimhaut im Anfange zahlreiche in die Höhle hineinragende Querfalten, welche allmälig und gegen Ende des Leerdarmes (das heißt der ersten Hälfte des Dünndarmes) immer niedriger und kürzer werden und weiter auseinander stehen; am Ende des Krummdarmes fehlen sie gänzlich. Im Anfang sind sie für den Speisebrei Hindernisse der Fortbewegung, welche derselbe nicht zu überspringen vermag, wie das rennende Pferd beim Wettrennen Hindernisse überspringt, sondern durch welche der Speisebrei zu langsamerem Vorrücken im Innern des Darmes genöthigt wird, so daß er möglichst lange in Berührung mit dem Darm und den von diesem abgesonderten Säften bleiben muß.

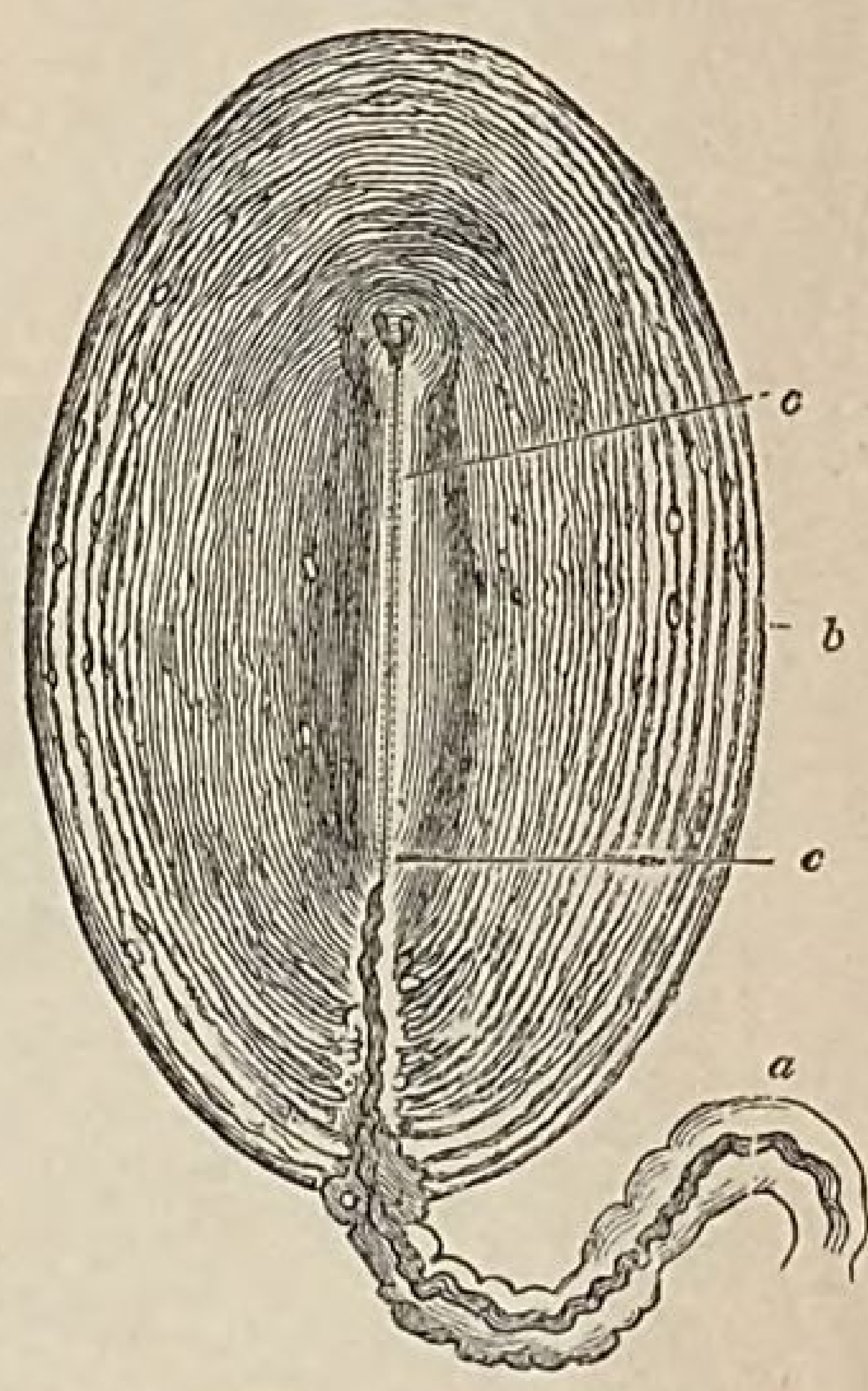


Fig. 197. Ein Vater'sches Körperchen.

Der Darmsaft vermag sowol Stärkemehl zu verdauen, als Fleisch; und zwar scheint es, als ob der Darm nahe am Zwölffingerdarm am geeignetsten sei für Verdauung von Eiweiß, Käse, Faserstoff, Fleisch, sowie gleichermaßen zur Verdauung von Stärkemehl; — weiterhin wird noch Stärkemehl ganz gut verdaut, aber die anderen eiweißartigen Stoffe langsam und minder vollständig, — und im untern Ende hört die Stärkemehlverdauung ganz auf, während einige der anderen Stoffe noch zum Theil verdaut werden.

Die Schleimhaut des Dünndarmes ist nicht ganz glatt, sondern die Darmhaut macht in ihr eine große Anzahl kleiner Hervorragungen, wie sehr schmale, dünne, längliche Blättchen mit einem zugespitzten Ende. Die Menge dieser Hervorragungen gibt der Schleimhaut das Aussehen eines weichen Sammetes oder Plüsches. Man nennt diese

Hervorragungen Zotten. Zwischen den Zotten befinden sich kleine einfache Schleimdrüsen.

Die Zotten des Darmes hängen von allen Seiten in die freie Höhlung des Darmes hinein. Der dünnflüssige, mit Luft gemischte

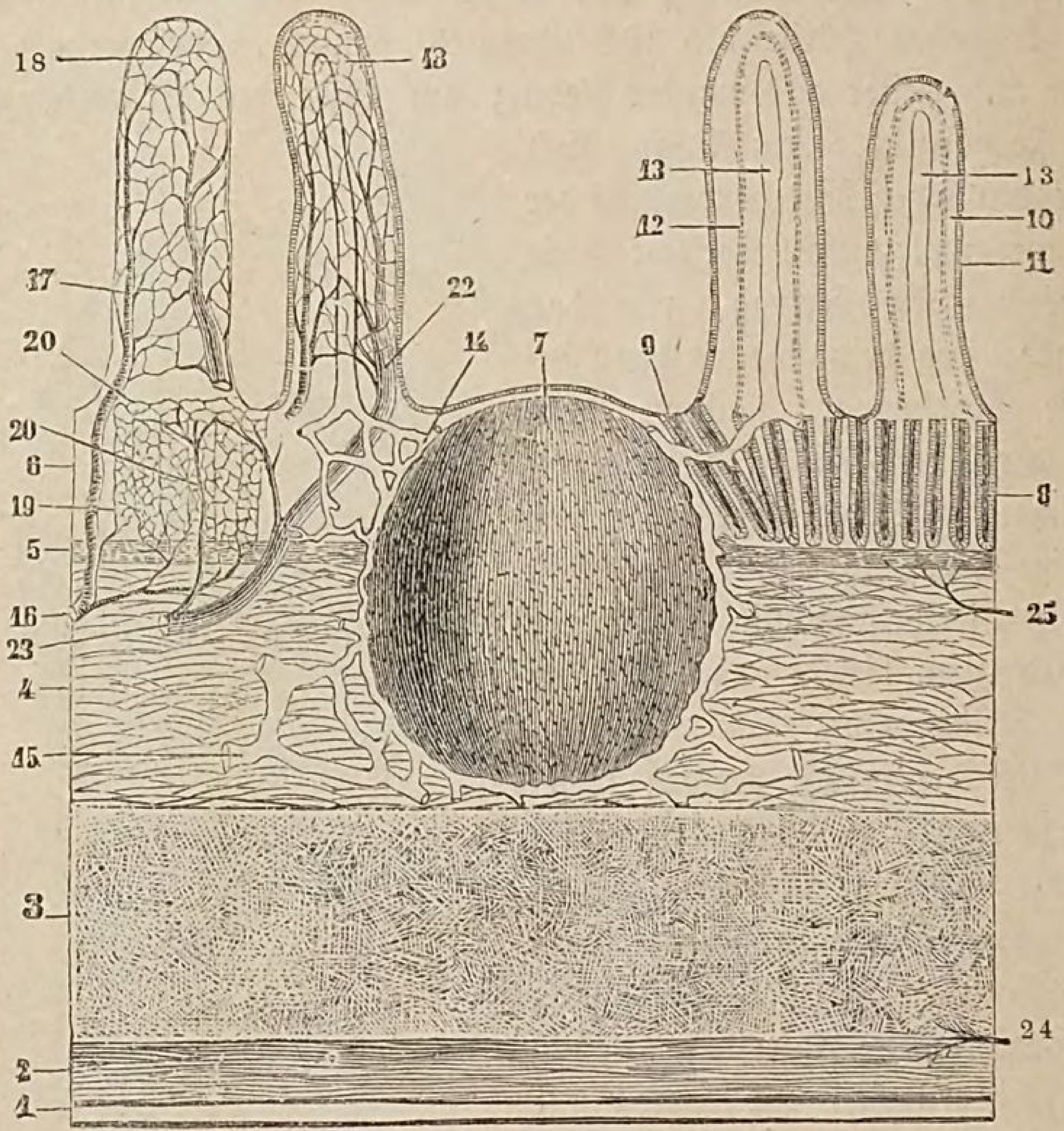
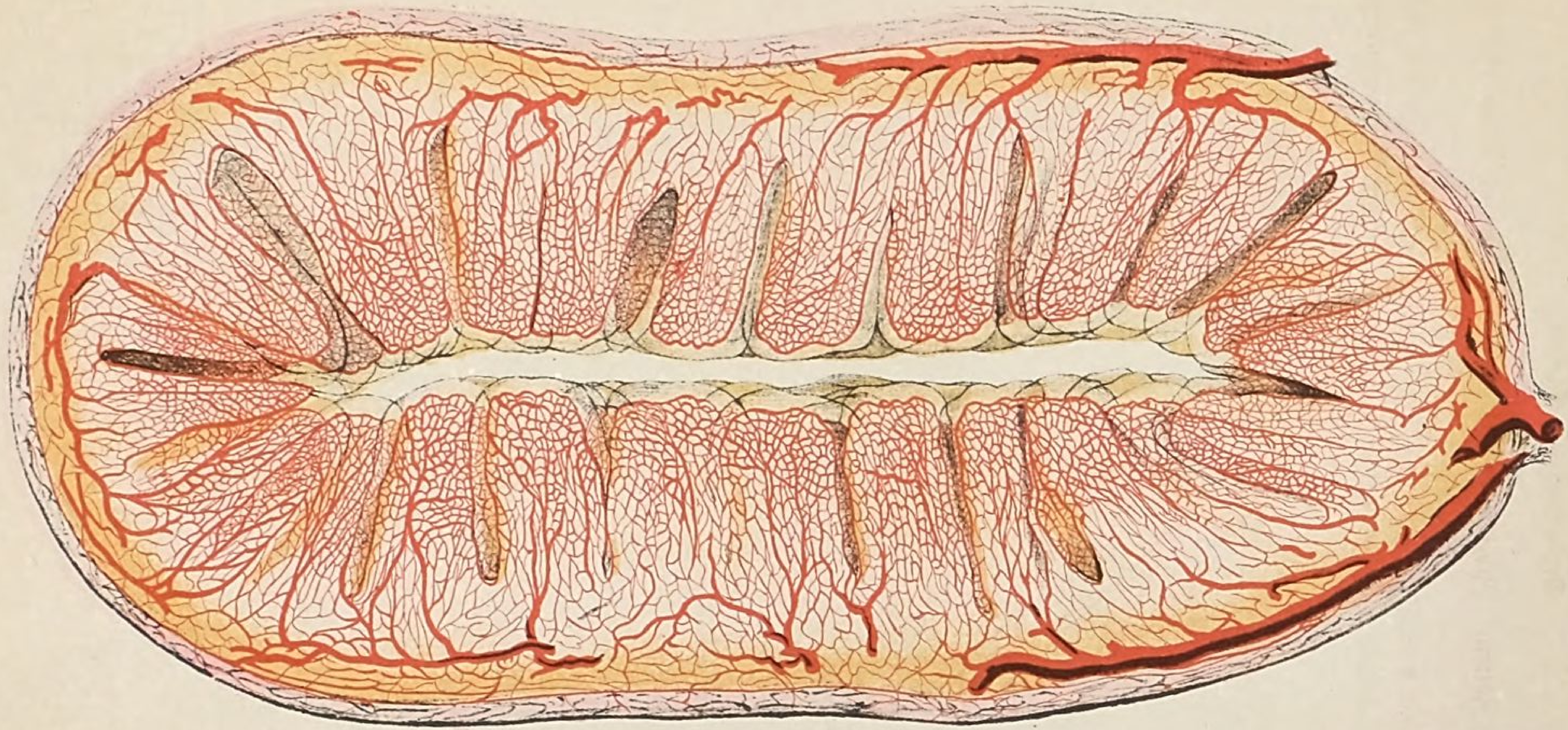


Fig. 198. Der Bau des Dünndarmes.

(Vereinfachte Zeichnung eines in der Längsrichtung des Darmes ausgeführten Querschnittes.)

1 Der Bauchfellüberzug des Darmes. — 2 Die Längsmuskelschicht. — 3 Die durchschnittenen Quermuskelfasern. — 4 Das Unterschleimhautgewebe. — 5 Die dünne Muskelschicht der Schleimhaut. — 6 Die drüsige Schicht. — 7 Ein Follikel. — 8 Kleine Schleimdrüsen (Lieberkühn'sche Drüsen genannt). — 9 Die den Follikel umgebenden Drüschen. — 10 Eine Zotte. — 11 Ihr Ueberzug aus Cylinderepithelium. — 12 Glatte kontraktile Faser im Innern der Zotte. — 13, 13 Das Chylusgefäß im Innern. — 14 Lymphgefäßnetz in der Schleimhaut, und 15 im Unterschleimhautgewebe. — 16 Pulsader, welche 17 in eine Zotte eindringt und sich daselbst 18, 18 netzartig verzweigt. — 19 Das Haargefäßnetz in der Drüsenschicht, welches 20 die einzelnen Drüsen umgibt (wie bei den Schweißdrüsen und Magendrüsen). — 21 Die aus diesem Gefäßnetz austretende Blutader oder Vene. — 22 Die Blutader einer Zotte, — nach 23 der Blutader des Darmes und des Gekröses hingehend. — 24 Nerven der Muskelschicht. — 25 Nerven der Schleimhaut.



Querdurchschnitt eines Dünn-Darmes

mit den Darmzotten, deren Blutgefässen und Schleimhautüberzug, – sowie
mit der Muskel-Haut des Darmes.

[Mikroscopisches Präparat von Prof: Thiersch. - Vergrösserung 40.]

Reclam der Leib des Menschen

Stuttgart: K. Thienemanns Verlag

Art. Anst. v. E. Hochdanz.

Speisebrei muß also, wenn der Darm sich über ihm zusammenzieht und ihn vorwärts drängt, immer mit den Zotten in Berührung kommen, und die Lösungen in diesem Speisebreie können dann in das Innere der Zotten eintreten, wo zu ihrer Aufnahme ein besonderer Raum (Fig. 198, 13) besteht, aus welchem sie in das Lymphgefäßsystem übergehen, wie wir das später genau verfolgen werden.

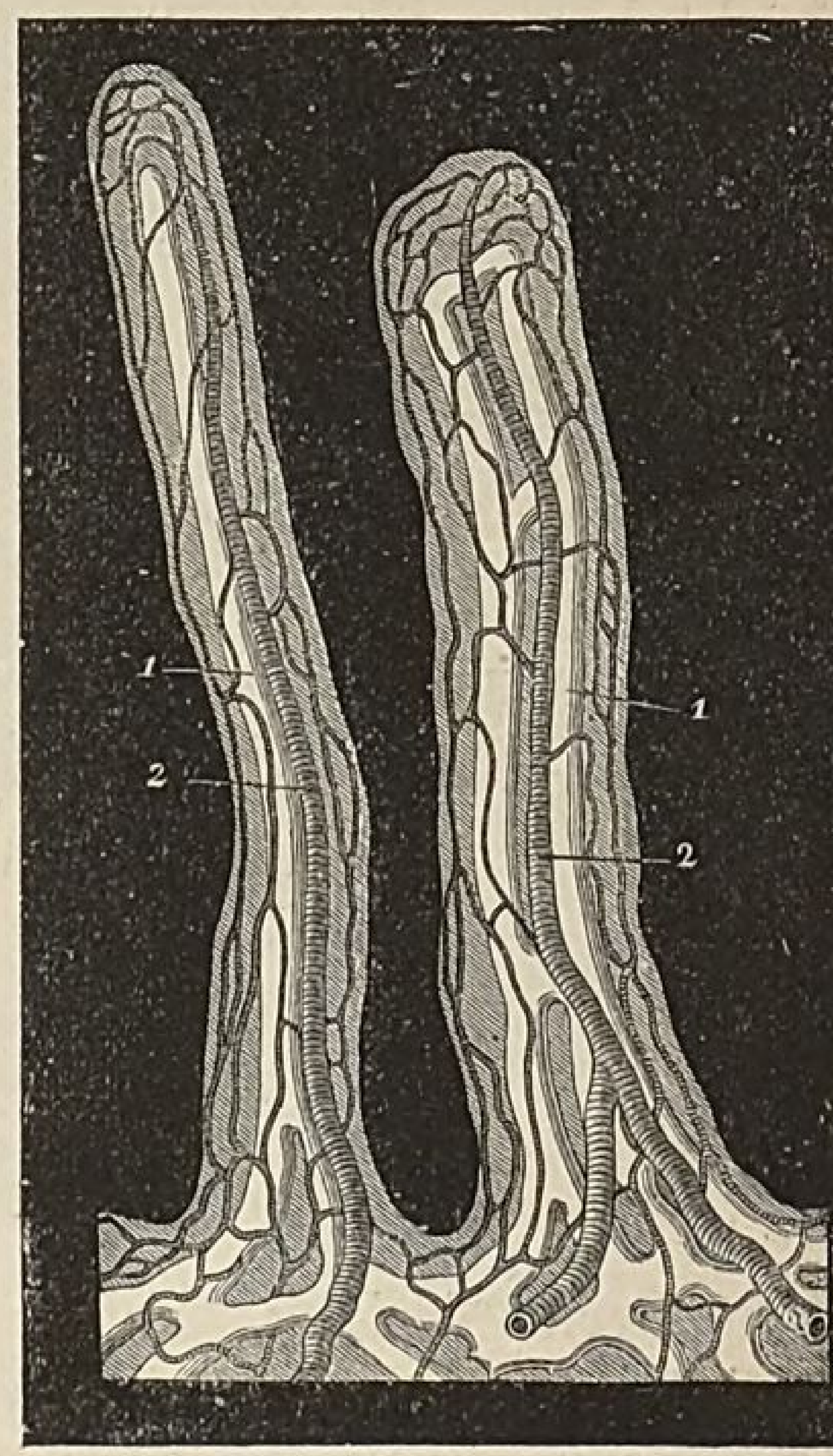


Fig. 199. Darmzotten des Menschen (in 100facher Vergrößerung, nach Teichmann). 1, 1 Chylusgefäße im Innern der Zotte. — 2, 2 Blutgefäße und ein Theil ihres Netzes.

Das Verhältniß der Zotten zur Darmwand und ihr Hineinhängen in die Darmhöhle überblickt man sehr schön in Taf. IX, „Querdurchschnitt eines Dünndarmes." Man sieht die Blutgefäße, welche im Unterschleimhautgewebe verlaufen (Fig. 198, 16, 23), in die Zotten hineintreten und sich daselbst verästeln; — man sieht den durchsichtigen Schleimhautüberzug der einzelnen Zotten. — Dieser Querdurchschnitt ist übrigens nicht etwa von einem menschlichen Darme genommen, — denn kein Papierblatt würde ausreichen, einen solchen in 40facher Vergrößerung zu zeichnen; — sondern ist vom Darm einer Ratte (mus rattus). Die Verhältnisse sind aber im Wesentlichen dieselben, wie im menschlichen Darme. Das Thier ist im Zustande des Hungers gestorben, seine Darmhöhle also ganz leer; wir sehen aber, daß dabei der Darm sich gleichmäßig zusammengezogen hat und daß die innere Haut keine Falten macht, wie bei Speiseröhre und Magen. Auch hierfür ist die Betrachtung dieses Querschnittes lehrreich.

Zu Anfang des Dünndarmes stehen die Zotten viel dichter (auf 1 Quadratmillimeter etwa 25), zu Ausgang des Dünndarms dagegen

spärlicher (auf 1 Quadratmillimeter nur 15). Mit bloßem Auge betrachtet erscheinen uns die Darmzotten als sehr zarte, weiche, kurze Fädchen, welche durch ihre Hin- und Herbewegung sich kenntlich machen, wenn man ein Stück des Darmes mit der Schleimhaut nach oben unter Wasser hält. Sie sind etwa ½ Millimeter lang und können ihre Form verändern, so daß sie bald lang gezogen erscheinen, bald kolbig, bald breit. Wenn sie sich verkürzen, zieht sich die Spitze ein, die Oberfläche erhält Querrunzeln, während sie bei der Verengerung glatt sind. Die Möglichkeit dieser Formveränderung verdanken sie den in ihnen befindlichen glatten Muskelfasern (Fig. 198, 12), welche unserem Willen nicht unterworfen sind. Es ist diese Bewegung der Zotten für Auffaugen der gelösten Nährstoffe im Speisebrei und für die Fortbewegung desselben in die

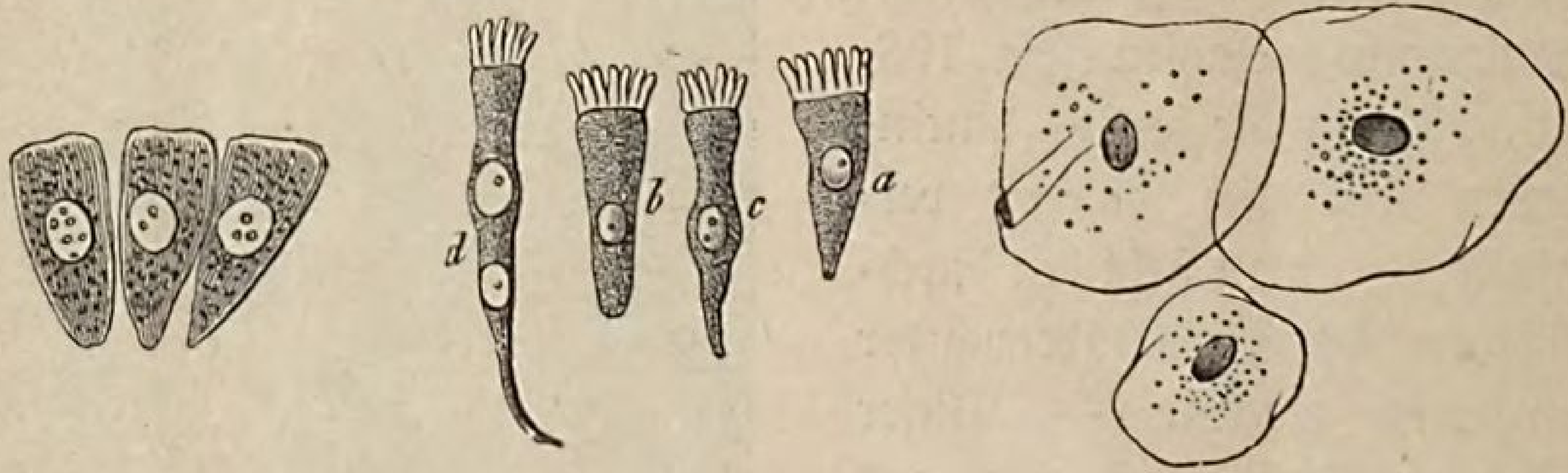


Fig. 200. Zellen des Cylinderepitheliums, Flimmerepitheliums und Pflasterepitheliums.

Lymphgefäße von Wichtigkeit. Auf ihrer äußern Fläche sind die Zotten mit **Cylinderepithelium** bekleidet, dessen Zellen, wie wir wissen, dem Flimmerepithelium in der Form ähnlich sind, während sie sich rücksichtlich dieser von dem Pflasterepithelium unserer Taschenbänder, unseres Mundes, unseres Magens wesentlich unterscheiden. Die Art des Wachsthums ist allen drei Epithelien gemeinsam. (Fig. 133 und 136.)

In der Schleimhaut des Dünndarmes befinden sich neben den Zotten in großer Anzahl dicht neben einander gestellt kleine einfache Drüsen, welche Schleim absondern (Fig. 198, 8). Sie münden neben den Zotten, ergießen ihre Absonderung den Zotten entlang in den Darm. Bei Betrachtung der inneren Dünndarmwand sieht man sie zum Theil von den umgebogenen Zotten bedeckt. Außerdem findet man aber unregelmäßig zwischen die Zotten hie und da eingestreut, bald in bedeutender, bald in

sehr geringer Menge rundliche Gebilde (Fig. 198, 7), wie kleine weißliche, weiche Knötchen, in der Regel etwa von der Größe eines Mohnsamens, zuweilen bis zur Größe eines Hirsekornes angeschwollen, welche man Follikel (folliculus, wörtlich Schlauch, Sack) genannt hat. Sie sind rundum geschlossen, scheinen aber mit dem Lymphgefäßsystem in naher Beziehung zu stehen und aus einer Anhäufung derartiger Zellen zusammengesetzt zu sein, wie man sie in den Lymphdrüsen findet; vielleicht sind sie eine Art kleiner einfacher Lymphdrüsen, welche bei der Umänderung des eben aufgenommenen Speisebreies sich bethätigen. Genau hat man zur Zeit ihre Verrichtung nicht erforschen können, weil es unmöglich ist, diese kleinen zarten, weichen Organe während der Lebenszeit zu beobachten.

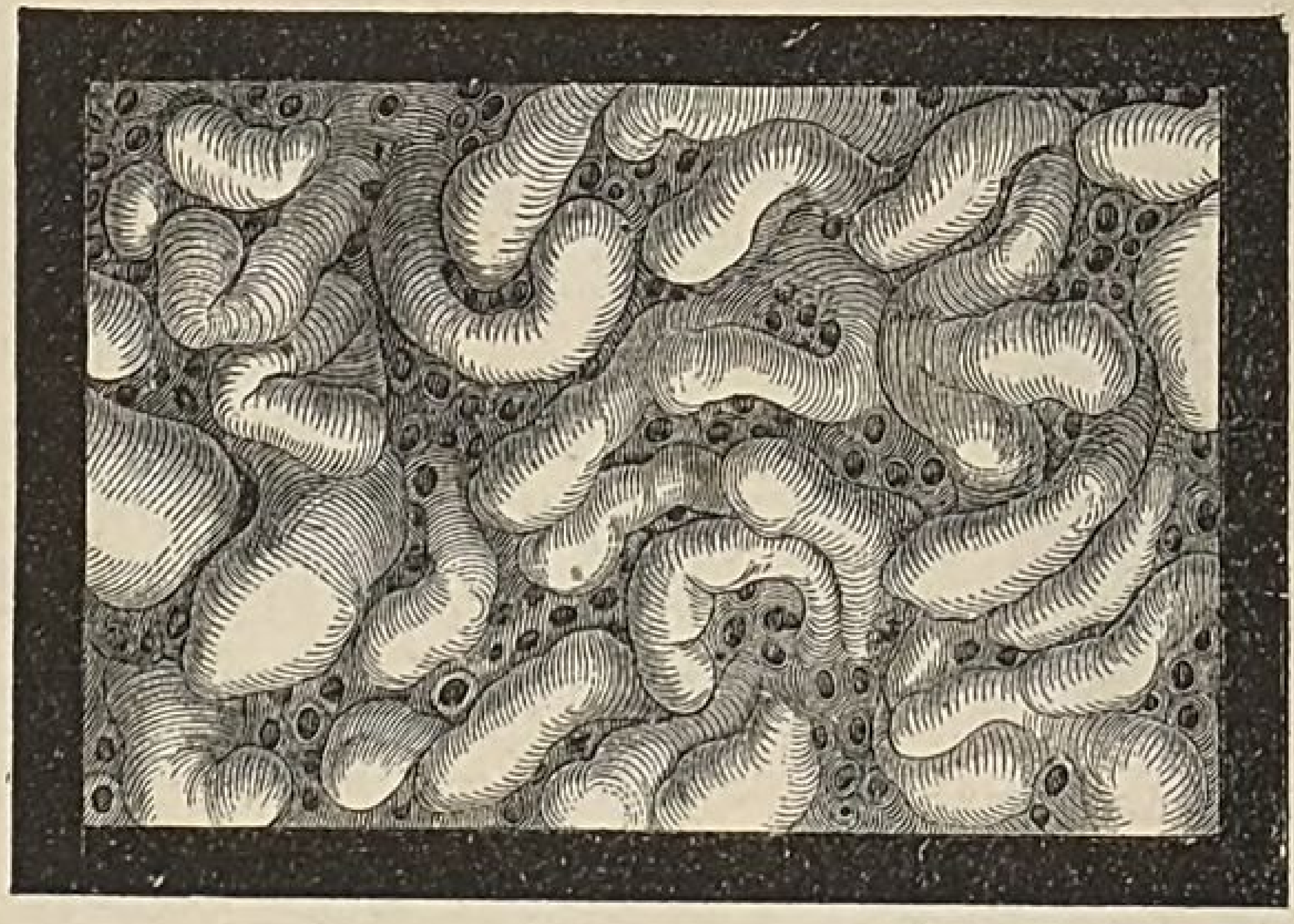


Fig. 201. Schleimhaut des Dünndarmes mit Mündungen der kleinen, einfachen Drüsen.

Der „Dünndarm" geht in den „Dickdarm" über, wo der letztere auf der Innenfläche des rechten Hüftbeins aufliegt, — wie Tafel I, „die Lage der innern Organe des menschlichen Leibes" uns zeigt.

Der Dickdarm beginnt auf der untern rechten Seite des Leibes, steigt auf der rechten Seite gerade in die Höhe und wird da aufsteigender Dickdarm genannt; geht dann als „Quergrimmdarm" von rechts nach links herüber, durch das Netz mit dem Magen verbunden und letzterem anhängend, steigt hierauf auf der linken Seite herab, macht dann eine doppelte Krümmung nach entgegengesetzten Seiten, also wie ein „römisches S" (wovon diese Stelle auch den Namen trägt), und schlägt

sich dann an der hintern Seite des Leibes nach unten, um als „Mastdarm“ bis zur Oeffnung des Afters zu gelangen. — Die Lagerungsverhältnisse des Mastdarms lehrt uns Tafel V, VI, „die inneren Organe des Menschen“. — Wir sehen, daß der Mastdarm sich an die innere Höhlung des Kreuzbeines dicht anschmiegt und am untern Theile bis zum After in der Richtung von hinten nach vorn verläuft. (Deßhalb ist es nöthig beim Einbringen einer Klystierspritze die Spitze vom After aus gegen den Rücken hin zu wenden.)

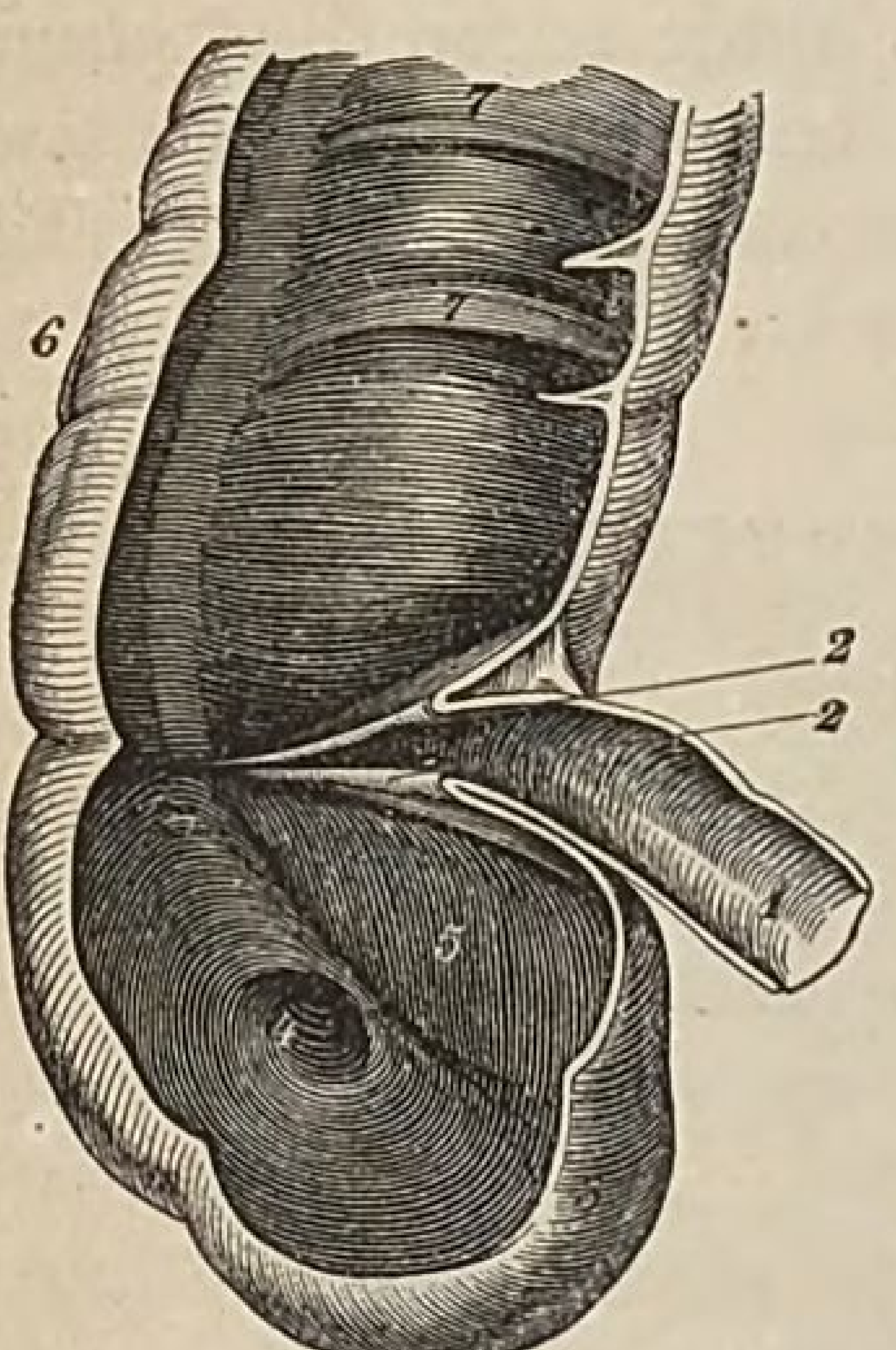


Fig. 202. Die Einmündung des Dünndarmes in den Dickdarm.

1 Das letzte Ende des Krummdarmes. — 2, 2 Die Bauhinische Klappe. — 3 Der Blinddarm (Coecum). — 4 Einmündung des wurmförmigen Fortsatzes. — 5 Schleimhautfältchen daselbst. — 6 Aufsteigender Dickdarm (Colon ascendens). — 7, 7 Nach innen vorragende Hautfalten (Plicae sigmoideae).

Der Dünndarm geht nicht am untersten Ende des Dickdarmes in den letzteren über, sondern ein wenig höher, als dieses, so daß unterhalb der Eintrittstelle ein Stück Dickdarm in Form eines geschlossenen Sackes, — also ein blindes Ende des Dickdarmes übrig bleibt, — weßhalb dieses Stück auch den Namen „Blindsack“ erhält (Fig. 202, 3). An der Uebergangsstelle des Dünndarmes in den Dickdarm treten zwei ziemlich lange Querfalten hervor (Fig. 202, 2, 2). Diese Falten haben den Nutzen eines Ventils. Wenn der Dünndarm durch seine Zusammenziehungen den Speisebrei in den Dickdarm hineingedrängt hat, so zieht sich nun seinerseits der weite Dickdarm zusammen, um die Speise fortzuschaffen, und dabei würde es natürlich leicht geschehen, daß sie wiederum zurück in den Dünndarm gelangte. Man braucht aber nur einen Blick auf diese Falten zu werfen, um zu erkennen, daß sie sich bei diesem Gegendruck fest aneinander legen müssen und wie eine Klappe oder wie ein Bandventil den Rücktritt des Darminhaltes in den Dünndarm verhindern.

Die Form des Dickdarmes wird den meisten Lesern von der sogenannten Blutwurst und Rothwurst bekannt sein, welche in Dickdärme gefüllt zu werden pflegt. Man erinnert sich, daß die Form die eines

weiten Rohres mit ziemlich unregelmäßig gestalteten Wandungen ist. Große Ausbuchtungen in querer Richtung wechseln mit Verengerungen ab. Dies wird bewirkt durch die nach innen hervortretenden starken Querfalten (Fig. 202, 7, 7), welche von Zeit zu Zeit den Innenraum des Darmes verengen und ebenso die Vorwärtsbewegung des Darminhaltes verlangsamen, als sie beim aufsteigenden Dickdarm das Rückgleiten verhindern. Nur das letzte Stück: der Mastdarm, ist auf der Innenfläche ganz glatt und entbehrt derartiger Falten. Außerdem hat der Dickdarm drei starke Muskelbündel, welche auf seiner ganzen Länge in der Längsrichtung in ziemlich gleicher Entfernung von einander verlaufen. (Man sieht in Fig. 202 eines dieser Bündel am obern Ende zwischen den Zahlen 6 und 7 durch die Schleimhaut hindurchschimmernd herabsteigen bis in die Gegend von 4.) Vermittelst dieser drei Längsbündel von Muskelfasern vermag sich der Dickdarm bei seiner Zusammenziehung energisch zu verkürzen, und dies hilft den in seinem Innenraume viel zäher und fester gewordenen Speisebrei, welcher zugleich aus der gelblichen Farbe in braune übergeht, mit der nöthigen Kraft vorwärts zu bewegen. Die Schleimhaut des Dickdarmes ist glatt; man findet keine Zotten in derselben, sondern sieht nur, wenn man sie unter dem Mikroskop betrachtet, zahlreiche Oeffnungen jener kleinen einfachen Schleimdrüsen, welche wir bereits auf der Oberfläche des Dünndarmes zwischen den Zotten stehend gesehen haben.

Am untern Theile des Blindsackes befindet sich der kleine „fingerförmige Fortsatz“, ein hohles, ebenfalls blind endigendes Darmstückchen, wie ein kleines, verkümmertes Gegenstück zum Dünndarme.

Der Nutzen, welchen dieses Darmstück bei der Verdauung gewährt, ist bisher unbekannt geblieben, während sein Nachtheil nur allzu bekannt ist. Am untern Ende des aufsteigenden Dickdarmes gelegen, kommt natürlich bei den Zusammenziehungen des Darmes Speisebrei in das Innere des wurmförmigen Fortsatzes; zwar ist derselbe ebenfalls mit Muskeln versehen und vermag durch seine Bewegungen das Hineingedrungene auch wiederum zurück- und herauszupressen, allein bei harten Körpern gelingt ihm dies nicht immer, wie z. B. bei einem Kerne der Weintraube, einem Kirschkerne, einem Pflaumenkerne oder ähnlichen Gegenständen, welche verschluckt worden sind. Wenn derartige Gegenstände bei den Bewegungen des Dünndarmes in querer Richtung sich einstellen, so werden sie in die nicht allzu feste innere Wand des Darmes

hineingedrückt, der Darm kann sie bei seinen regelmäßigen wurmförmigen Bewegungen nicht vorwärts schieben, sondern preßt sie nur noch fester hinein, — sie verursachen empfindliche Schmerzen und Entzündung, — die Entzündung wird heftiger, geht in Eiterung über, — die Eiterung durchlöchert den Darm, der Speisebrei tritt aus der Oeffnung in die Bauchhöhle, erregt in dieser eine sehr heftige Entzündung, und ein qualvoller Tod ist die unausbleibliche Folge. Die Gefahr beim Verschlucken eines Kernes aus einer Weintraube oder einer Rosine, sowie eines Kirschkernes ist daher keine geringe, wie leider zahlreiche Todesfälle beweisen!

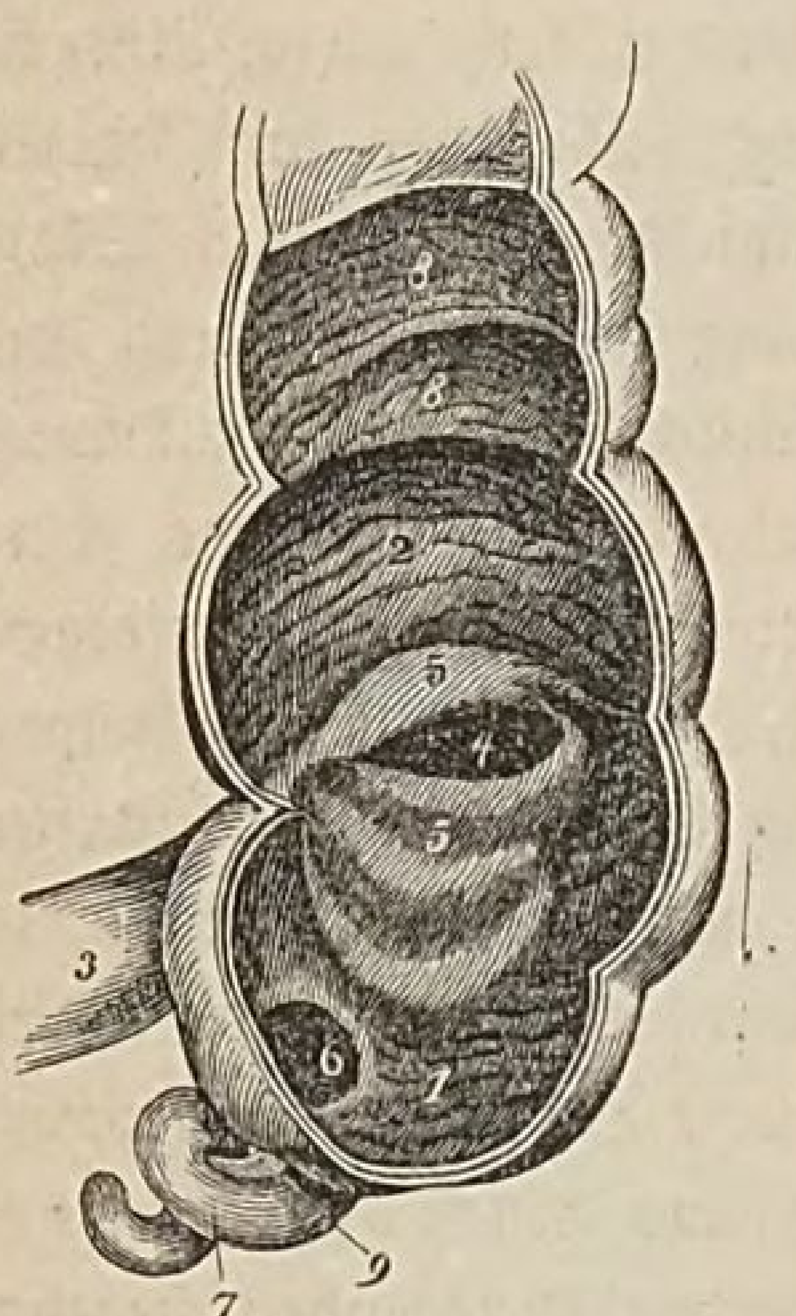


Fig. 203. Der Dickdarm mit dem Blinddarme.

Der Anfang des Dickdarmes ist an der hintern Seite der Länge nach aufgeschnitten, so daß man in das Innere des Darmes sehen kann.

1 Blinddarm. — 2 Aufsteigender Grimmdarm. — 3 Ende des Dünndarmes, welches bei 4 in den Dickdarm einmündet. — 5 Die beiden Falten der Dickdarmklappe (Ileocöcalklappe, Valvula Bauhini), in eine obere und untere Falte oder Lippe getheilt. — 6 Einmündungsstelle des Wurmfortsatzes. — 7 Der Wurmfortsatz, spiralig gewunden. — 8 Die taschenförmigen Vertiefungen zwischen den einzelnen Querfalten des Dickdarmes. — 9 Kleines Gekrös des wurmförmigen Fortsatzes (Mesenteriolum rocessus vermiformis).

Wenn man den Nutzen des wurmförmigen Fortsatzes auch noch nicht unwiderlegbar beweisen kann, so kann man ihn doch (nach unserem Dafürhalten) wenigstens mit sehr großer Wahrscheinlichkeit vermuthen, — und da beim Mangel sicherer Erkenntnisse auch Vermuthungen gestattet sind, wenn wissenschaftliche Gründe sie wahrscheinlich machen, so wollen wir auch die unsere auszusprechen uns gestatten. Sie stützt sich auf Form und Lage der Theile, sowie auf deren mikroskopische Zusammensetzung und endlich auf den Zustand des Speisebreies in jener Gegend.

Wenn wir die Form des Dickdarmes und seiner Lagerungsverhältnisse im menschlichen Leibe zum Dünndarme betrachten, so drängt sich ein Vergleich mit einer ähnlichen Zusammensetzung mehrerer Röhren aus dem Bereiche der Technik uns auf. Wenn die Rohrleitung für Leuchtgas von der Straße her in das Innere des Hauses eintritt und da eine Biegung macht, so daß ein Theil des Rohres wagerecht ist, der andere senkrecht aufsteigt (also wie Dünndarm und Dickdarm), so sammelt nach Erfahrung der Techniker an dieser Stelle sich

das im Innern des Rohres sich niederschlagende Wasser an, und man pflegt daher eine kleine Röhre an der Biegungsstelle anzuschrauben, in welcher sich das ablaufende Wasser sammelt, und aus welcher es durch Oeffnung der Röhre von Zeit zu Zeit entleert werden kann. Unwillkürlich kommt uns die Erinnerung an diese angeschraubte kleine Röhre der Gastechniker beim Anblick des wurmförmigen Fortsatzes, welcher sich im Augenblicke der Zusammenziehung des Dickdarmes ebenfalls am untersten Ende des Blindsackes befindet, durch sein kleines Gekröse (Fig. 203, 9) zurückgehalten, während der aufsteigende Dickdarm mit seinen drei starken Längsfaserbündeln sich verkürzt und gegen den am Netz hängenden Quergrimmdarm straff zieht. Bei dieser Verengerung und Verkürzung des Dickdarmes drücken ja aber die Darmwände ziemlich stark auf den Darminhalt, und da der letztere lufthaltig ist, so können sie ihn wie einen feuchten Schwamm zusammendrücken; es muß natürlich dasselbe erfolgen, was beim Schwamme erfolgt: nämlich die Flüssigkeit muß auslaufen. Dem Gesetze der Schwere nach sammelt sich die Flüssigkeit im untersten Ende des aufsteigenden Dickdarmes an (also in dem Blindsacke) und da an diesem sich der wurmförmige Fortsatz befindet, so muß die Flüssigkeit in den letztern hineinlaufen. Diese vom Darminhalt ausgepreßte Flüssigkeit besteht aber aus nichts Anderem, als aus den Lösungen der verdauten Stoffe, so daß also dem Blinddarme Gelegenheit gegeben wird, gelöste Nährstoffe in seinem Innern aufzunehmen und aufzusaugen. Nun ist er aber zur Benutzung dieser Gelegenheit außerordentlich geeignet, denn dichte Lymphgefäßnetze befinden sich in seiner Wandung und viel zahlreicher, als an irgend einer andern Stelle des Darmes, findet man im wurmförmigen Fortsatz jene „Follikel", welche wir beim Dünndarme zwischen den Zotten desselben stehend kennen gelernt haben, und von denen bemerkt wurde, daß sie zur Umänderung und Aufsaugung des Nährmaterials in nächster Beziehung stehen. —

Unsere Vermuthung ginge also dahin: daß der wurmförmige Fortsatz wesentlich zur Ansammlung und Aufsaugung der gelösten Nährstoffe diene.

Blindsack und wurmförmiger Fortsatz wären hiernach einem „Filter" zu vergleichen, in welches die Nährflüssigkeiten hineinlaufen und woselbst sie in die Lymphgefäße gelangen, um — wie wir später sehen werden — in das Blut überzugehen.

Mit dieser Verrichtung des Blinddarmes und des wurmförmigen

Fortsatzes würde auch der Zustand des Speisebreies übereinstimmen, welchen man erfahrungsgemäß in Dünndarm und Dickdarm findet. Der Dünndarm hat auf der langen Strecke, welche in ihm der Speisebrei durchwandern muß, die nahrhaften Stoffe zum größten Theile aufgesogen; er bedurfte daher schon in seinem letzten Theile gegen den Uebergang in den Dickdarm der Auffaugungswerkzeuge (der Zotten) in geringerem Grade. Im Dickdarme hört die Verdauung auf, der Speisebrei des Darmes wird in Darmkoth umgewandelt; deßhalb fehlen die Zotten im Dickdarm gänzlich. Aber der im Dünndarme mit sehr viel Flüssigkeit versehene Speisebrei (welcher im Dünndarme halbflüssig wie Suppe ist), — wird im Dickdarme fester, zäher: die in ihm befindliche Flüssigkeit wird aufgesogen, um noch zu anderen Zwecken im Körper verwendet zu werden. Gleich in der Anfangsstelle des Dickdarmes wird der Darminhalt kräftig ausgepreßt, und der größte Theil der Flüssigkeit wird mit Hülfe des wurmförmigen Fortsatzes aufgesogen. — Späterhin verrichten die taschenförmigen Erweiterungen des Dickdarmes den nämlichen Dienst; in ihnen sackt sich gleichsam der Darminhalt und wird durch die Bündel der Längsmuskelfasern wie durch die Quermuskeln des Darmes gemeinsam zusammengepreßt und auch hier von zahlreichen Lymphgefäßnetzen aufgenommen. Ist die Bewegung des Darmes nicht kräftig, rückt der Darminhalt langsam vorwärts, hat der Verdauende nicht genügend Wasser und andere Flüssigkeit getrunken, so wird schließlich fast alles Wasser (dessen der Körper ja dringend bedarf!) aus dem Darminhalt herausgepreßt und aufgesogen, und der Koth wird so trocken, daß er nur mit großer Schwierigkeit aus dem Mastdarm herausgepreßt werden kann. Dies ist der Zustand der Hartleibigkeit. —

Der Darm bewegt sich nur zur Zeit der Verdauung lebhaft; zwischen den einzelnen Mahlzeiten sind die Darmbewegungen sehr gering; wenn aber bei heftigem Hunger durch die Zusammenziehungen des Magens eingeleitet, wieder lebhafter. Der Darm bewegt sich nicht freiwillig, sondern auf verschiedene Reize: des Speisebreies in seinem Innern, — nach Erregungen des herumschweifenden Nerven und des Eingeweidenerven, — durch Aenderungen in der Temperatur, — durch vermehrten oder verringerten Blutzufluß, — und wie es scheint, durch gewisse Arzneimittel. Der Speisebrei wird durch die Darmbewegungen immer in der Richtung: vom Munde gegen den After hin weiter geschoben, — nach entgegengesetzter Richtung nur in äußerst seltenen Fällen und mit Hülfe der äußern Bauchmuskeln.

Die Leibeshöhle hat nur nach hinten im Rückgrat und nach unten in den Beckenknochen feste Wandungen; — nach oben wird sie abgesperrt durch das straff gespannte Zwerchfell, Fig. 204 z, — und nach vorn und zu beiden Seiten besteht sie aus einer weichen Fleischwand, in welcher starke, kräftige Muskeln liegen. Vorn vom Becken aus bis in die Nabel-

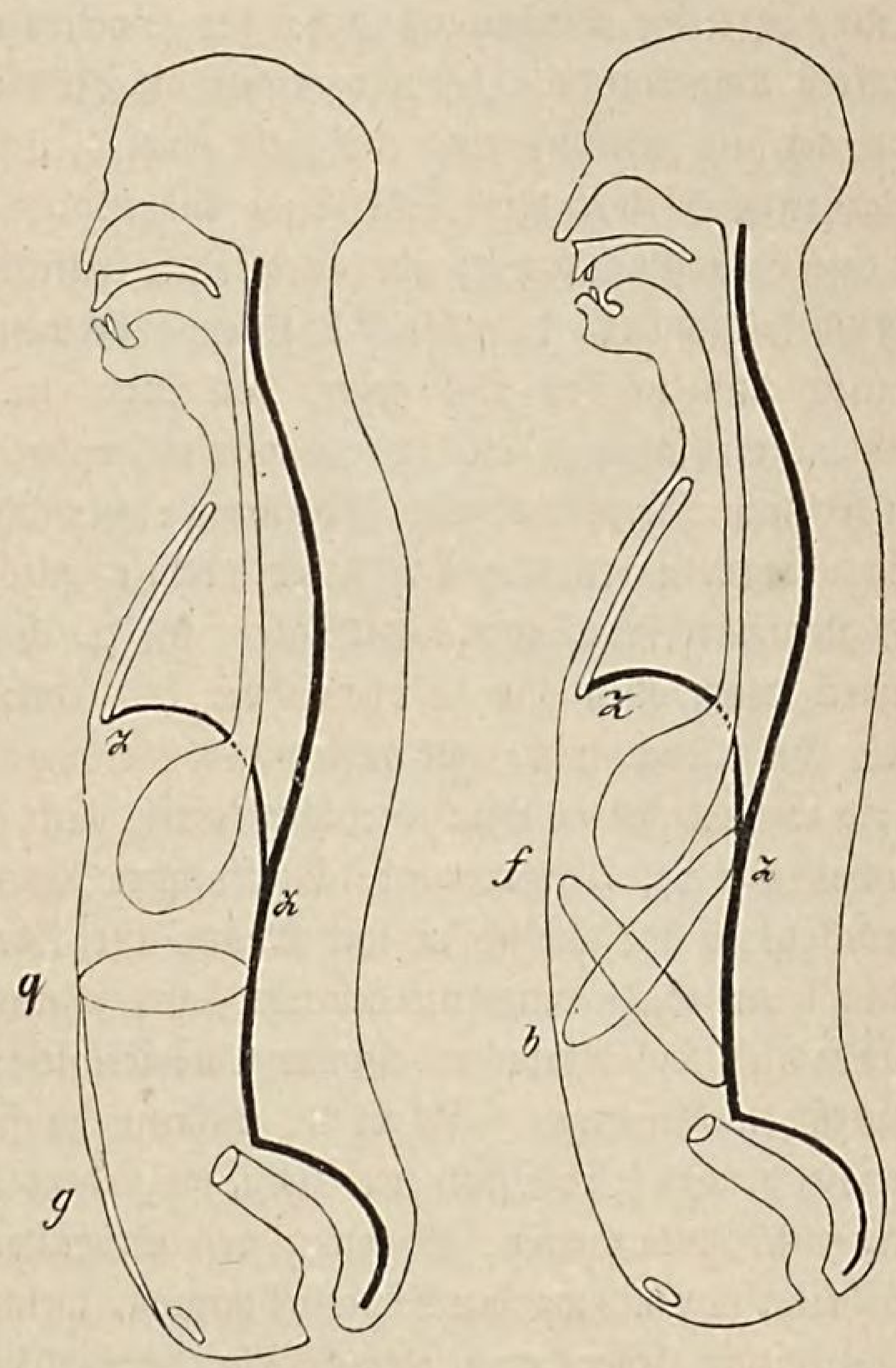


Fig. 204. Vereinfachte Längsdurchschnitte, um die Wirkungen der „Bauchpresse" zu zeigen.

gegend steigt ein gerader Muskel g empor und setzt sich durch ein festes, breites, sehniges Band bis in die Gegend des Brustbeines fort (Tafel V, VI, „Musculus rectus abdominis" und „Linea alba"). Rechtwinkelig zu diesem Muskel, also quer von vorn nach hinten, liegt auf beiden Seiten der Quermuskel („Musculus transversus", Fig. 204, q), so

daß die beiden Quermuskeln einander in ihrer Wirkung unterstützen und zusammen kreisartig den Leib umgeben. In ähnlicher Weise verbünden sich zu einer Kreisform und zu gemeinsamer Wirkung zwei von oben nach unten schräg absteigende Muskeln und zwei unter diesen weiter nach innen liegende, schräg von unten nach oben aufsteigende Muskeln (Fig. 204, b und f).

Man wird nun leicht erkennen, daß bei der gemeinsamen Verkürzung dieser Muskeln die Bauchhöhle allseitig verengert werden muß. Der gerade Muskel macht den hervortretenden Bauch glatt, — der Quermuskel zieht ihn zusammen und zieht den Nabel nach innen, — der absteigende Muskel preßt den Bauchinhalt nach oben gegen die Wirbelsäule, — der aufsteigende Muskel und das Zwerchfell dagegen drücken auf den Bauchinhalt nach unten und pressen ihn gegen den After zu. — Diese vier Muskeln nennt man zusammen die „Bauchpresse", welche von Wichtigkeit ist: durch ihren Druck auf die Gedärme für Vorwärtsbewegen der Speisen, — durch ihren Druck auf die Leber zur Entleerung der Galle und zur Vorwärtsbewegung des Blutes in der Leber, — durch ihren Druck schräg nach oben zum Erbrechen, — durch ihren Druck nach unten zum Ausleeren des Kothes.

Das Erbrechen (das heißt: die Entleerung des festen oder flüssigen Mageninhaltes durch Magenmund, Speiseröhre und Schlund in die Mundhöhle) wird durch kräftige Zusammenziehung der Bauchmuskeln und wahrscheinlich auch der Magenmuskeln bewirkt. Es scheint, daß die Bewegungen des Magens das Erbrechen einleiten bei Ekel-Vorstellungen oder bei Kitzel des weichen Gaumens. Letzteres geschieht häufig durch etwas zähen Schleim (so z. B. früh Morgens kurz nach dem Aufstehen) und dann läßt sich der schon begonnene Vorgang des Erbrechens fast plötzlich aufheben, wenn man sich mit warmem Wasser gurgelt, welches den Schleim löst und fortschafft. — Aber auch ohne Zuthun des Magens kann Erbrechen bewirkt werden, wenn nur die Muskeln am Magenmunde erschlafft sind, so daß dieser offen steht und der Eingang in die Speiseröhre vom Magen aus kein Hinderniß findet. Dies ist der Fall bei Leichen und Ohnmächtigen und deßhalb genügt ein mäßiger Druck auf den Leib, um den Inhalt des Magens heraufzubefördern. (Dies ist namentlich zu beachten bei Wiederbelebungsversuchen, wo Druck auf den Leib bei ungeschickter Ausführung des künstlichen Athmens den Speisebrei nach oben schafft, so daß er in die Luftwege gelangt und den etwa Halbtodten erstickt,

wenn man ihn nicht auf den Bauch legt, das Gesicht nach unten gekehrt, und sorgfältig die Mundhöhle reinigt.) Auch bei übermäßig gefülltem Magen genügt äußerer Druck auf den Leib, um willenlos den Mageninhalt heraufzubefördern. Im dreißigjährigen Krieg wurde dies bekanntlich von den rohen Söldlingen benutzt, um durch den sogenannten „Schwedentrunk“ Geld zu erpressen; man goß den unglücklichen Opfern Mistjauche in den Hals und trat sie dann mit Füßen auf den Leib, so daß sie diesen eklen Mageninhalt wieder von sich geben mußten. Von der Königin Pomare dagegen erzählte man, daß sie aus Liebhaberei am Genusse in gleicher Weise ihre Speisen hinausbefördern lasse; nach übermäßiger Mahlzeit mußte eine der dunkelhäutigen Hofdamen ihr auf den Leib knien, damit die Speisen entleert würden und Platz zu neuer Einfuhr entstehe.

Beim Kothentleeren kann die „Bauchpresse“ nur dann wirksam werden, wenn der absteigende Dickdarm vom „römischen S“ bis zum Mastdarme hin gefüllt ist. Dabei zieht sich der ganze absteigende Dickdarm lebhaft und kräftig zusammen und hilft so den Darminhalt nach außen zu befördern. — —

Die Zeitdauer des Verdauungsvorganges von Aufnahme der Nahrung in den Mund bis zu ihrer Entleerung aus dem After beträgt ungefähr 24 Stunden. Beim neugebornen Kinde habe ich wiederholt beobachtet, daß die erste aufgenommene Muttermilch gerade 18 Stunden nach dem Säugen entleert wurde; man kann dies natürlich nur bei kräftigen Kindern bestimmt beobachten, welche gleich von Anfang an reichlich saugen; das Mittel der Beobachtung ist leicht und einfach, denn die ersten Ausleerungen des sogenannten Kindspechs sind dunkelgrün, während die der gesogenen Milch eigelb gefärbt erscheinen. — Am gesunden Menschen trat die kürzeste Entleerung der genossenen Mahlzeit nach 10 Stunden ein; der als Abführungsmittel vortreffliche, sicher wirkende Thee aus der Rinde des Faulbaumes (Rhamnus frangula) beschleunigt auch die Ausleerung soweit, daß sie gerade nach zehn Stunden erfolgt. — Nach dem Genusse mancher Speisen, z. B. Spinat, Kirschen, Pflaumen oder mit rothem Pfeffer stark gewürzter Breie, erfolgte die Ausleerung nach 16 bis 18 Stunden, — nach dem Genusse guten, kräftigen, von der Kleie nicht ganz befreiten Roggenbrodes mit Fleisch und Gemüse und reichlichem Getränk nach 20 Stunden; — nach dem Genusse zäher Breie von Erbsen, weißen Bohnen und dergleichen nach 22 bis 24 Stunden. —

Bei würzloser Kost, wenig oder keiner Fleischnahrung, sowie bei zu wenig Trinken, kann die Stuhlentleerung erst nach 30 Stunden, ja erst nach mehreren Tagen erfolgen. — Lebhafte Körperbewegung, namentlich Springen, Treppensteigen, Turnen, Schwimmen, befördert die Darmausleerung; träge Körperruhe verlangsamt sie. (Daher Verdauungsstörung bei Gefangenen!) —

Wenn auch bei allen Thieren die „Verdauung" der Nahrung darin besteht, daß dieselbe ganz oder größten Theiles „aufgelöst" wird und daß diese Lösung in das Blut übergeht, so zeigen ihre „Verdauungsorgane" trotz dieser Uebereinstimmung mit der Verrichtung derselben beim Menschen keineswegs immer ähnliche Formen und in den seltensten Fällen ähnliche vielfache Gliederung und ähnlichen kunstvollen Bau.

Das einfachste Hülfsmittel für Nahrungsaufnahme besitzen wohl die „See-Anemonen", jene in den schönsten Farben prangenden „Fleischpolypen", welche durch den dichten Fransenbüschel ihrer zahlreichen zarten Fangarme und Fühler in den Aquarien die Bewunderung des Beschauers immer von neuem erregen. Mitten in dem Kranze dieser sich rastlos bewegenden Fäden befindet sich der „Mund", welcher unmittelbar in den „Magen" führt; letzterer ist ein blind endigender Sack, — so daß nach vollbrachter Verdauung der Mund auch als After dienen muß. Gehen die unverdaulichen Stoffe (Schalen von Muscheln, Krebsen u. s. w.) nicht gleich heraus, so helfen sie sich dadurch, daß sie den Magen umstülpen; — da die Eiersäcke sich im Grunde des Magens öffnen, so werden auch die Jungen durch den Mund ausgeworfen. — Aehnliche Einfachheit findet sich bei vielen „Seesternen", obgleich diese höher organisirt sind.

Bei Bewohnern des Meeres kommt vielfach eine überraschende Sparsamkeit in der Anlage der Verdauungswerkzeuge vor, — was vielleicht in dem Reichthum an leichtverdaulicher Nahrung seine Ursache findet. So zeigt die „Sepia" (Tintenfisch) nur eine lange Speiseröhre (Fig. 205, d), neben welcher die beiden Lebern des Thieres (e) liegen; am untersten Theile des Körpers erweitert sich die Speiseröhre zum Magen (f), aus welchem der einfache Darm (g) wieder nach oben geht, wo er seine Ausgangsöffnung hat. Und doch kann sich dieses Thier zu solcher Größe entwickeln, daß sein Gewicht nach Centnern zu benennen ist, daß seine mit Saugnäpfen besetzten Fangarme die Dicke eines kräftigen Mannes-Schenkel erreichen und daß seine Umschlingung sogar für Menschen gefährlich wird.

Etwas zusammengesetzterer, wenn auch immer noch sehr einfacher Bau findet sich bei Fischen, — wofür der „Karpfen“ als Beispiel dienen möge (Fig. 206). Bei dem von der Seite geöffneten Thiere (A) sieht man die Speiseröhre wagrecht vom Munde aus in den Körper nach hinten gehen; ohne daß sie sich zu einem eigentlichen „Magen“ erweiterte,

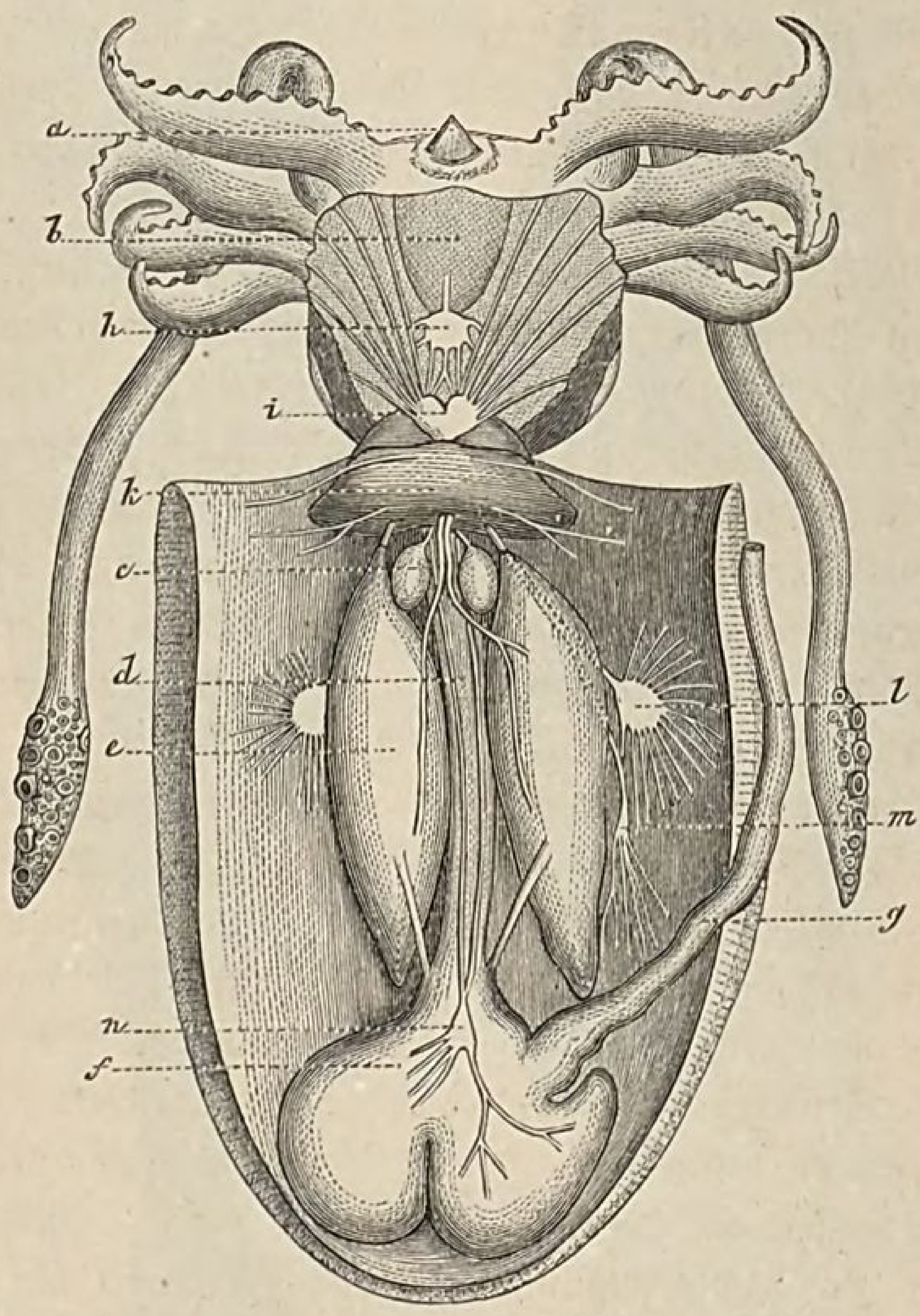


Fig. 205. Nervensystem der Sepia.

a Schnabel. — b Höhle, der Mundhöhle entsprechend. — c Speicheldrüsen. — d Speiseröhre. — e Leber. — f Magen. — g Darm. — h vorderes Hirnganglion. — i Hauptganglion. — k Knorpel, dem Schädel entsprechend. — l Hauptganglion mit sternförmig von ihm ausgehenden Nerven. — m kleineres Ganglion. — n Magenganglion.

setzt sie sich in den Darm fort, dessen Form einem doppelten S gleicht, wie man von unten (B) wahrzunehmen vermag, — und ohne weitere Krümmung erreicht der Darm in fast gerader Linie herabsteigend den After. Ein Unterschied zwischen „Dünndarm“ und „Dickdarm“ ist nicht

vorhanden. Das Verdauungsorgan ist von seinem Anfange bis an sein Ende ein einfaches Rohr.

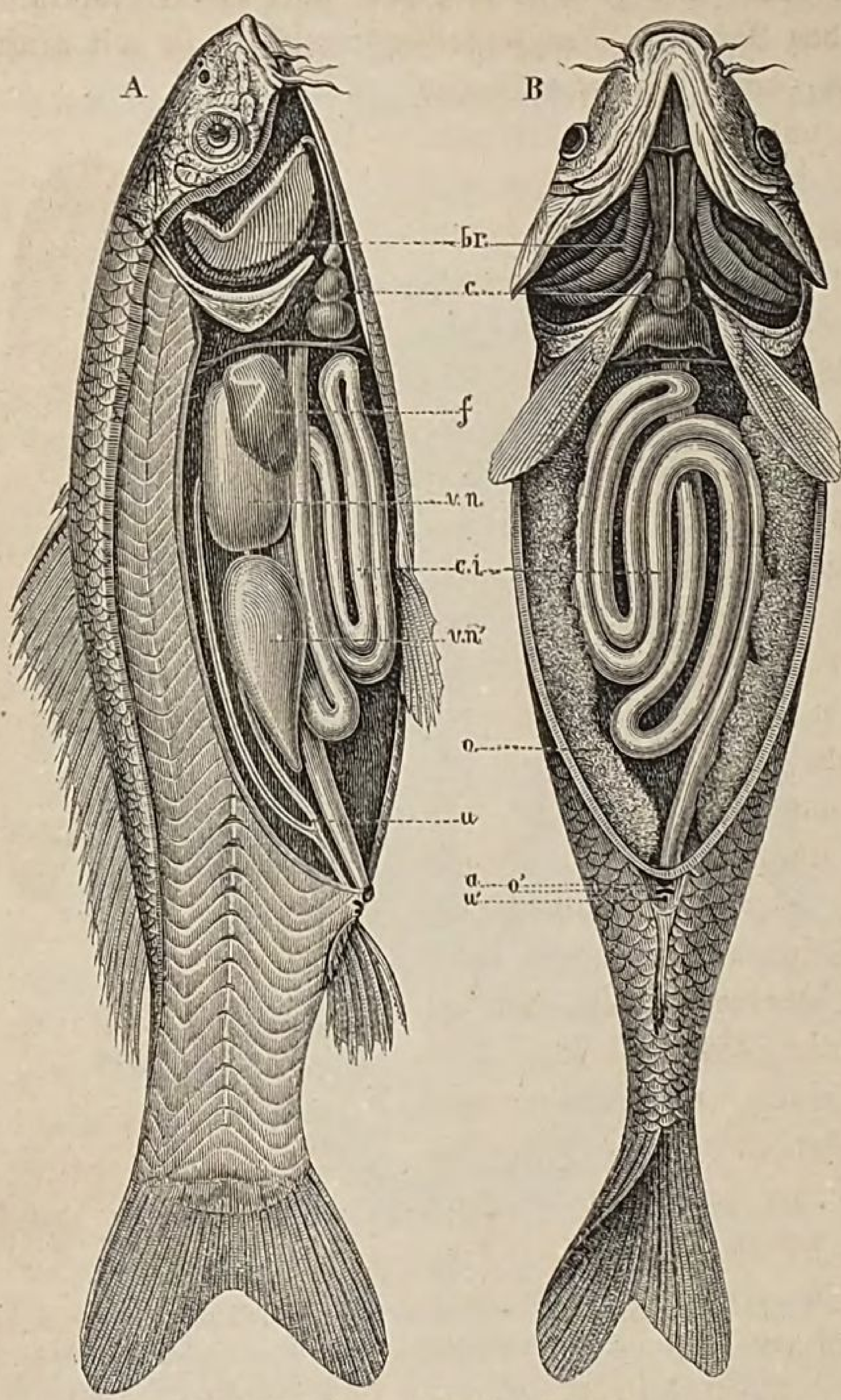


Fig. 206. Eingeweide des Karpfens.

A. Von der Seite gesehen, nachdem der größte Theil der Haut und seitlichen Muskeln entfernt worden ist.

B. Von unten gesehen nach abgeschnittener Bauchwand.

br. Bronchien. — c. Herz. — f Leber. — v.n. und v.n.' Schwimmblase. — c.i Verdauungskanal. — o. rechter Rogen. — u. Vereinigung des rechten und linken Harnleiters, welcher von den Nieren nach hinten sich erstreckt (die Nieren sind weggeschnitten, damit man die Form der Schwimmblase besser sehen könne). — a. After. — o.' Oeffnung des Eileiters. — u.' Oeffnung des Harnleiters.

Wie dieser harmlose Bewohner unserer Flüsse und Teiche, so zeichnet sich auch „des Meeres wilde Hyäne“, der gefräßige „Hai“ durch geringen Darm aus. Die grau-weiße Bestie führt in der Naturgeschichte nicht grundlos den Namen „Menschenfresser“; reich ist sie mit großen Zähnen ausgestattet, deren sie sechs Reihen im oberen und vier Reihen im unteren Kiefer trägt. Die Zähne sind dreieckig, zur Seite gezähnelt, können aufgerichtet und niedergelegt werden. Nur die vordere Reihe dient zum Beißen; die dahinter stehenden hindern gleich Widerhaken die Beute sich zu retten, können aber auch nach Verlust der vorderen statt dieser arbeiten. Das Raubthier frißt unparteiisch Alles, was es erreichen kann: Menschen, Fische, Seehunde, Abfälle der Seefahrer u. s. w.; — Alles wird untergebracht in dem Verdauungsschlauche, und zwar zuerst in dem mächtigen, sehr ausdehnbaren Magen (Fig. 207, g), welcher zunächst in eine Art Dünndarm, dann in einen weiteren Dickdarm übergeht, der auf seiner inneren Fläche mit hohen Falten, gleich einer in Spiralwindungen sich fortziehenden Klappe besetzt ist. Oben, noch vor dem Magen, öffnen zwei große Lebern (f), deren Thran geschätzt wird, ihre gemeinsame Gallenblase (e) in den Verdauungsschlauch; — unten befindet sich an demselben ein kleiner Blinddarm (m) als Anhängsel.

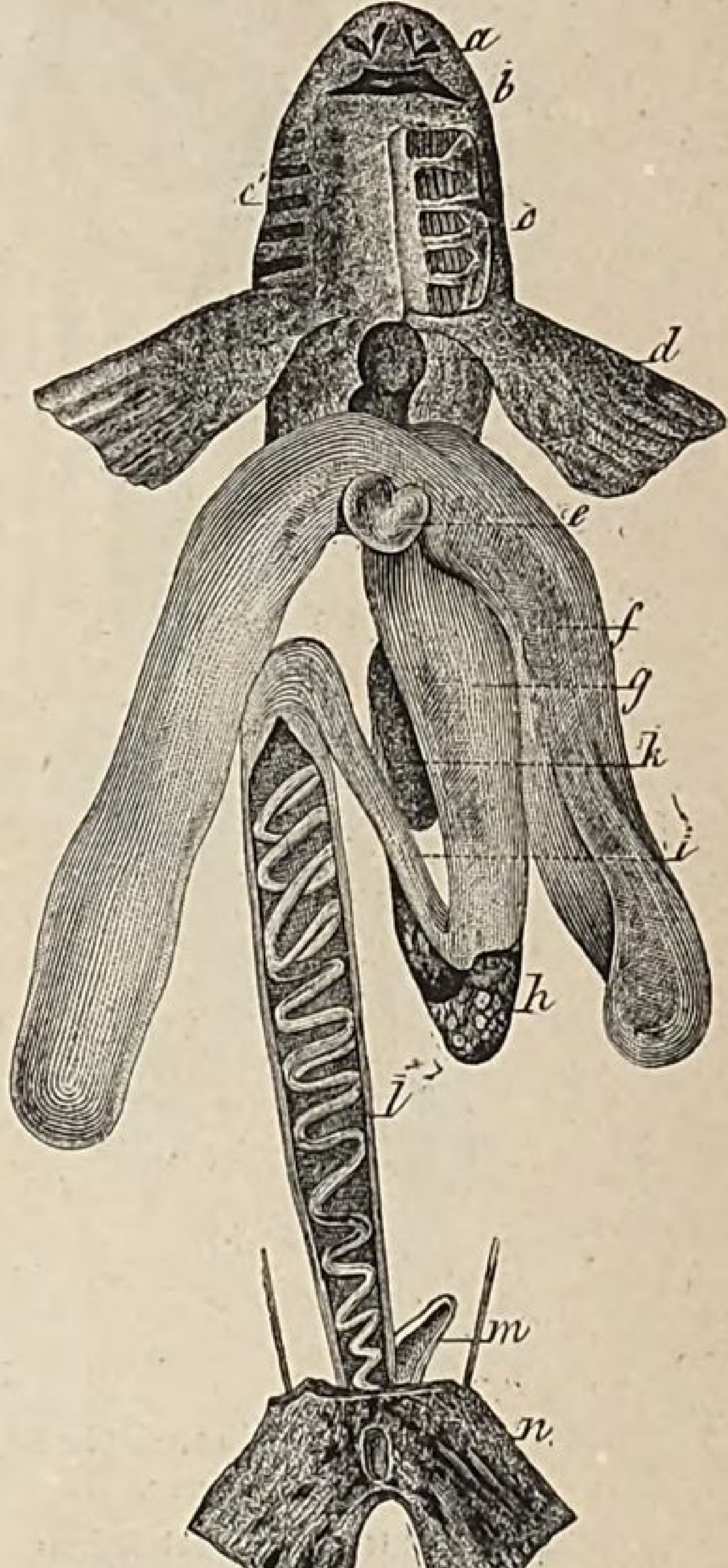


Fig. 207. Verdauungsorgane eines Haifisches.

a Nasenlöcher. — b Maul. — c c′ Bronchien. — f linke Hälfte der Leber; die rechte Hälfte ist mit einem Buchstaben nicht bezeichnet. — e Gallenblase. — g Magen. — h Milz. — k Bauchspeicheldrüse. — l Darm, ist aufgeschnitten, um die Spiralklappe in demselben zu zeigen. — m Blinddarm. — n After. — d Herz.

Der „Mensch“ hat ein derartiges Anhängsel im „fingerförmigen Fortsatz“ an der Uebergangsstelle des

Dünndarmes in den Dickdarm. Manche Thiere dagegen zeichnen sich durch ungemein große Blind-Därme aus, wie z. B. die „Ente", deren Blind-Därme (Fig. 208) zwei großen langen Säcken gleichen. Wir haben schon oben (S. 536), auf die anatomischen Verhältnisse gestützt, für den Blinddarm des Menschen eine Deutung der Verrichtung zu geben

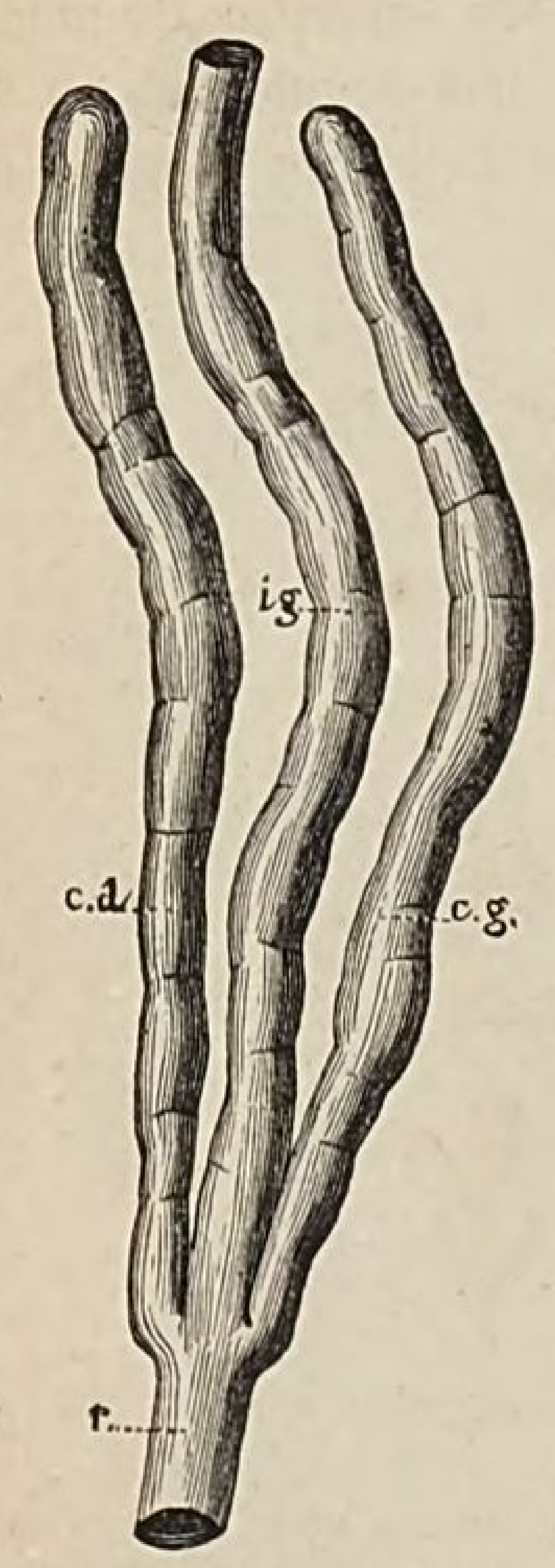


Fig. 208. Die beiden Blind-Därme der Ente.

i.g. das untere Stück des Dünndarmes. — n. Anfang des Dickdarmes. — c.d. und c.g. der rechte und der linke Blinddarm.

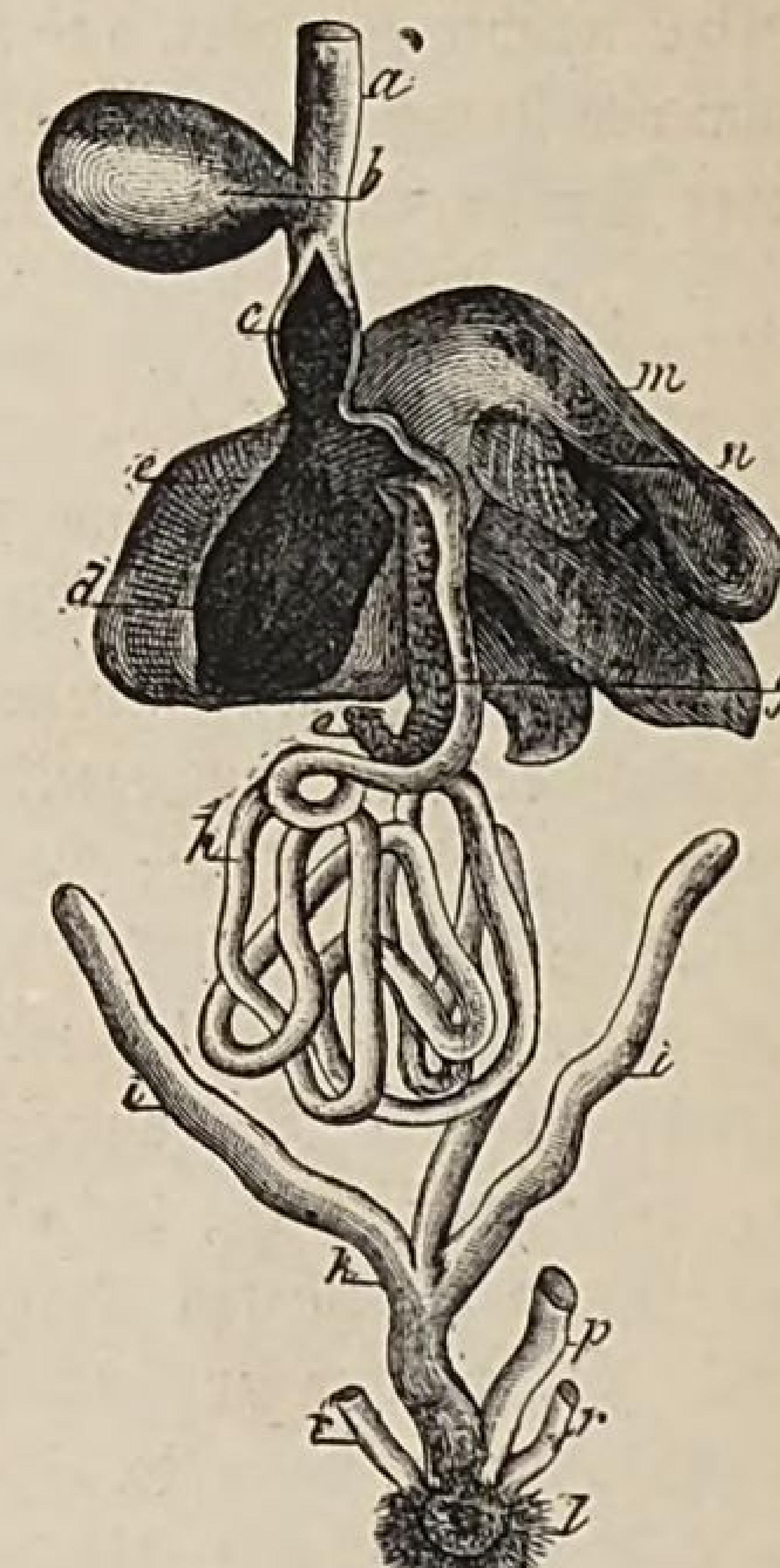


Fig. 209. Eingeweide des Huhnes. a das untere Stück der Speiseröhre — b Kropf. — c Nebenmagen. — d Fleischmagen. — e seine Muskelwand. — g Zwölffingerdarm. — h Dünndarm. — i i die beiden Blinddärme. — k Anfang des Dickdarmes. — m Leber, nach links zurückgebogen. — n Gallenblase. — o Bauchspeicheldrüse. — p Eileiter. — rr Harnleiter. — l Kloake.

gewagt, welche wir nur als Vermuthung aussprachen. Ob für die Blinddärme der Ente es ebenfalls wahrscheinlich wäre, sie als Organe im Dienste des Lymphgefäß-Systemes anzusehen, ist noch nicht zu entscheiden, da die betreffenden Verhältnisse zur Zeit nicht in entsprechender Weise untersucht worden sind.

Das am allgemeinsten bekannte Anhängsel des Verdauungs-Rohres besitzen die Vögel in ihrem „Kropfe“ oder Vormagen, in welchem zwar nicht immer die Verdauung beginnt, der aber doch zum Aufweichen und Aufspeichern des Futters dient. — Beim „Huhn“ hängt am unteren Ende der Speiseröhre (Fig. 209, a) der im leeren Zustande kleine Kropf (b), welcher sich aber auf mehr als den doppelten Umfang durch aufgenommenes Futter erweitern kann. Unter ihm befindet sich der Nebenmagen oder Drüsenmagen (c), welcher in den fleischigen Magen (d) das

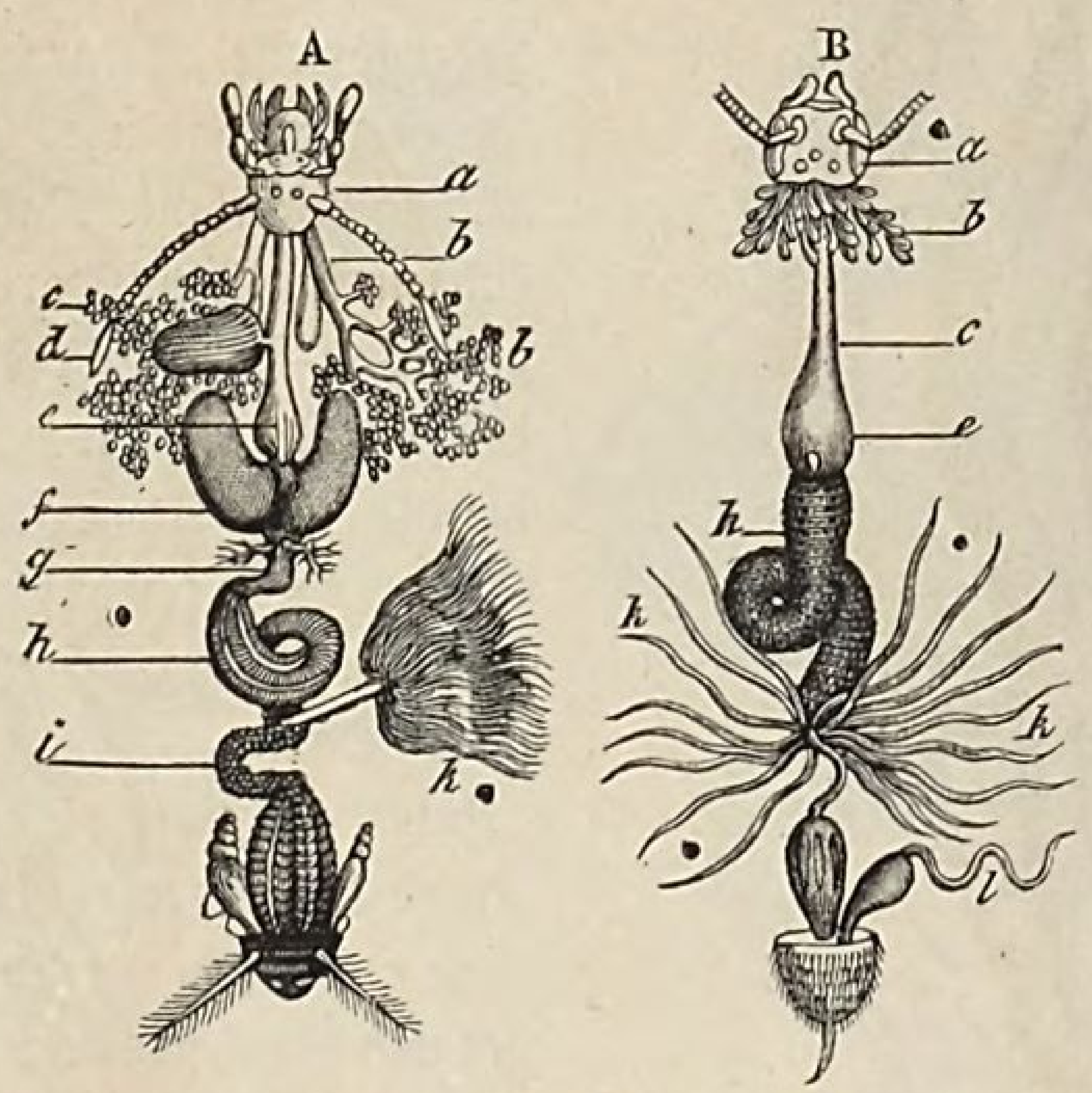


Fig. 210. Verdauungsapparat der Maulwurfsgrille und der Biene.

A. Maulwurfsgrille.

a Kopf und dessen Anhängsel. — b Speicheldrüsen, — c absondernder Theil dieser Drüsen. — d Fühlhörner. — e Vormagen. — f Nebentaschen des Magens. — g der mittlere Magentheil. — h der eigentlich verdauende Magen. — i Darm. — k Malpighi'sche Röhren an Stelle der Leber.

B. Biene.

a Kopf und Mund. — b Speicheldrüse. — c Speiseröhre. — e Kehlkopf. — h Magen. — k Malpighi'sche Röhren, die Leber vertretend. — l die in der Nähe des Stachels befindliche Giftdrüse.

Gefressene hinabgleiten läßt. Die Gewalt der Muskeln dieses Magens (e) haben wir bereits (Seite 498) geschildert. An den Magen schließt sich ein dem Zwölffingerdarm des Menschen entsprechendes Darmstück (g), in welches auch die Leber (m) den Inhalt ihrer Gallenblase (n), sowie die Bauchspeicheldrüse (o) ihre Absonderung ergießt, — dann geht der Zwölffingerdarm in die Dünndärme (h) über und diese in den Dickdarm (k). An dieser Uebergangsstelle erblicken wir wieder zwei mächtige Blind-

därme (i, i), ähnlich denen der Ente. (In die Ausgangsöffnung des Darmes (l) münden auch der Eileiter (p) und die beiden Harnleiter (r, r), weßhalb man diesen Theil des Darmes „die Kloake" genannt hat.) —

Es wird beim Ueberblicken der vorstehenden Zeichnungen bereits jedem Denkenden aufgefallen sein, welchen kurzen Darm die beiden „Raubthiere" Sepia und Hai besitzen, — gegenüber dem längeren Nahrungsschlauche beim Karpfen und bei dem Hahn. Letztere beide fressen vorzugsweise „Pflanzenkost", also eine schwerer verdauliche, längere Zeit zur Lösung bedürfende Nahrung; — erstere führen in ihren Darm die leicht verdaulichen Thierstoffe ein. — Wir finden durch das ganze Thierreich, daß die thierische Stoffe fressenden „Raubthiere" kurzen Darm zeigen, während die „Pflanzenfresser" einen langen Darm haben. Nicht nur die „Katze" scheidet sich durch geringe Länge des Darmes (der niemals für Darm-Saiten genügendes Material geboten hätte) vor dem „Schaf" aus, — sondern auch bei den Insekten finden wir kurzen Darm bei Maulwurfsgrille (Fig. 210, A) und Biene (Fig. 210, B), gegenüber dem langen Darme des „Maikäfer" (Fig. 211).

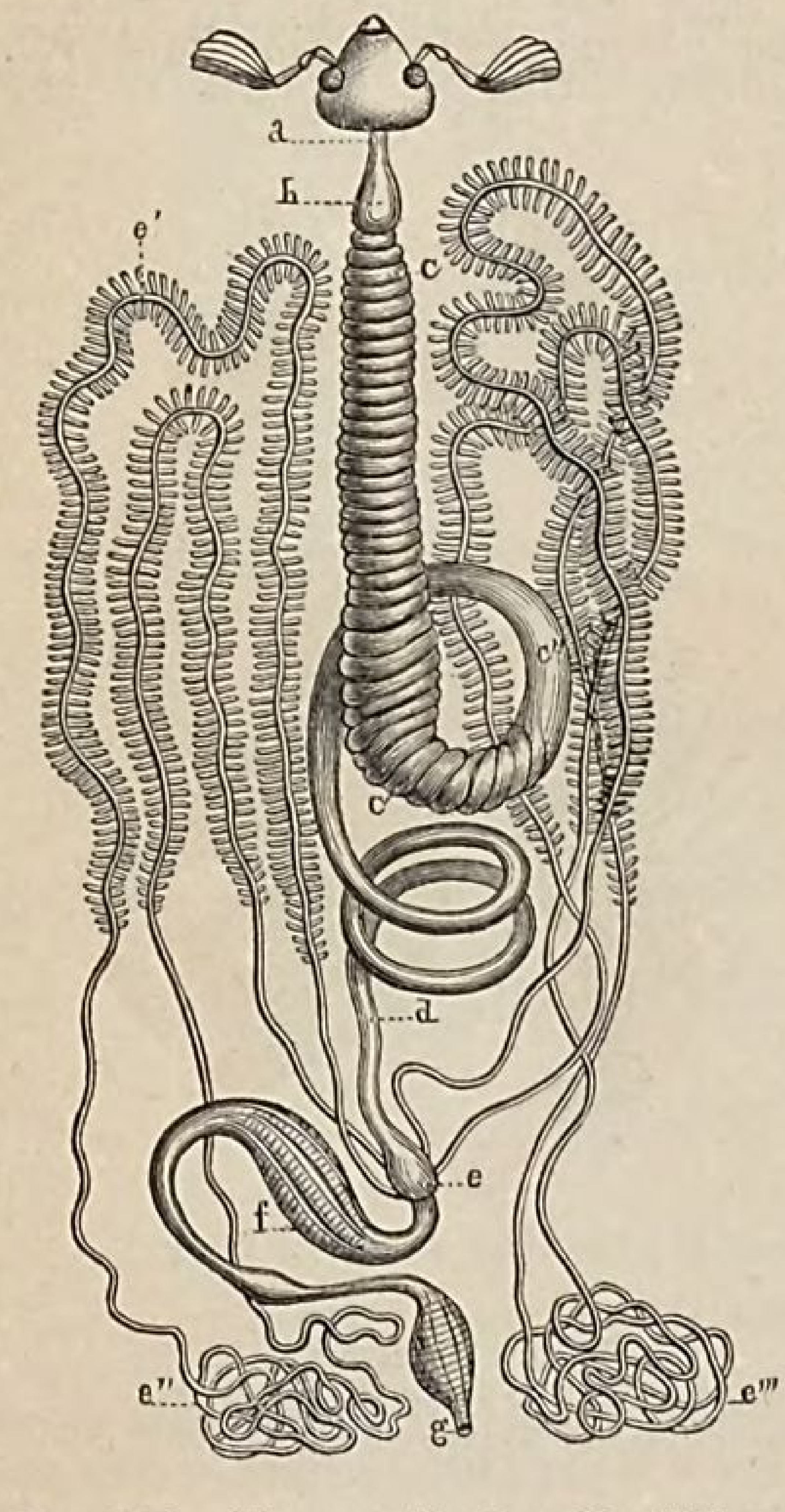


Fig. 211. Eingeweide des Maikäfers. a Speiseröhre. — b Vormagen (Kropf). — c c' Magen — d Dünndarm — e Anfügungsstelle der sogenannten Malpighi'schen Röhren, welche die Stelle der Leber vertreten. — e'' e''' die Malpighi'schen Röhren. — f Dickdarm. — g After.

Das Beispiel dieser drei Insekten ist lehrreich: es lehrt uns die Einflüsse kennen, unter deren Einwirkung der Darm sich verkürzt, — und zeigt die engen Beziehungen des Verdauungsorganes zu der Art, wie das Thier seine Nahrungsbedürfnisse befriedigt.

Nicht das „Raubthier" wird gekennzeichnet durch den kurzen Darm, sondern die „Leichtverdaulichkeit" der eingeführten Nahrung. Allerdings

verschafft sich dieselbe das Fleisch fressende Thier durch den Raub; — aber die **Biene**, welche von Blume zu Blume fliegend Honig saugt, wird doch niemand unter die „Raubthiere" rechnen wollen! Dennoch hat ihr Darm kaum den dritten Theil der Länge, als der des „Pflanzenfressers" **Maikäfer**. Dafür ist der von der Biene eingesogene süße Saft der Nektarien in den Blüthen und der daraus bereitete Honig nicht nur leicht, sondern auch vollständig verdaulich, — während die harten Blätter, welche der Maikäfer zernagt, der Lösung großen Widerstand ent-

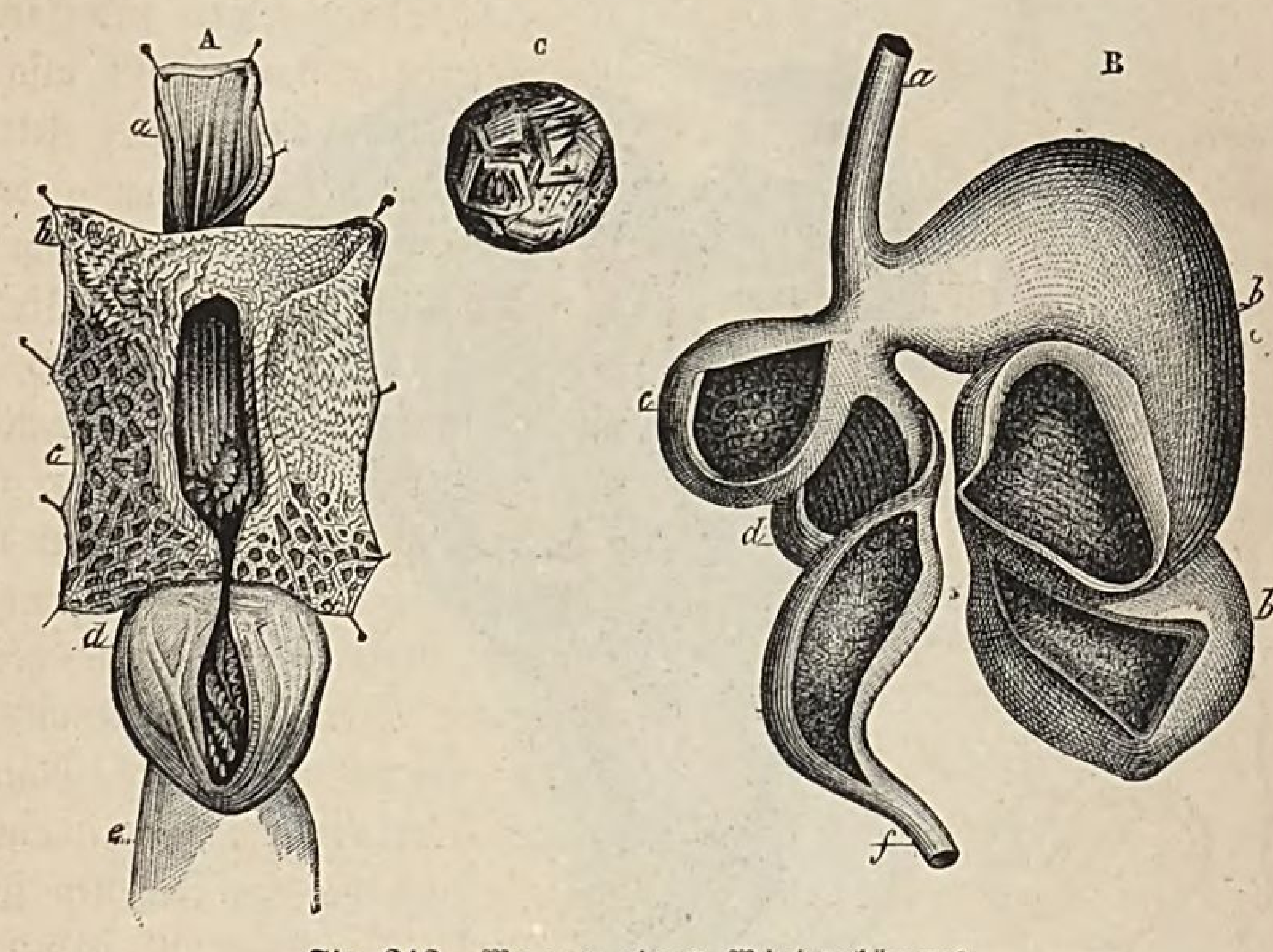


Fig. 212. Magen eines Wiederkäuers.
(Schaf.)

A. Aus dem inneren Magen. — a Stück der aufgeschnittenen Speiseröhre. — b Stück des Pansen (Wanst oder Vormagen). — c Stück des Netzmagens, auch Haube oder Mütze genannt. — d Blättermagen oder Buch. — e Stück vom Labmagen.

B. a Speiseröhre. — b b doppelt getheilter Vormagen (Wanst oder Pansen). — c Netzmagen (Haube oder Mütze). — d Blättermagen (Psalter, Buch, Kalender). — e Labmagen. — f Anfang des Zwölffingerdarmes.

C. Speiseballen, welchen das Thier aus seinem Magen heraufschluckt, um ihn von Neuem zu kauen.

gegensetzen. Mit der leichteren und vollständigeren **Verdaulichkeit** der Nahrung wird der Darm kürzer, — wird der Weg von Mund bis After kleiner, — werden die Berührungsstellen zwischen aufgenommener Nahrung und lösende Verdauungs-Flüssigkeit absondernder innerer Fläche des Verdauungs-Rohres minder zahlreich.

Die Maulwurfs-Grille lebt, gleich dem kleinen Säugethiere, dessen Namen zu ihrer Bezeichnung dient, unter der Erde und vermag nicht wie Biene und Maikäfer im Fluge an reich besetzter Tafel in Feld und Flur zu schmausen. Wie beim Menschen ist ihr Magen zugleich Vorrathsraum für Nahrung und wird dazu befähigt durch zwei große Magen-Taschen (Fig. 210 A, f), welche dicht unter dem „Vormagen" (e) in den mittleren Magentheil (g) sich öffnen, während der

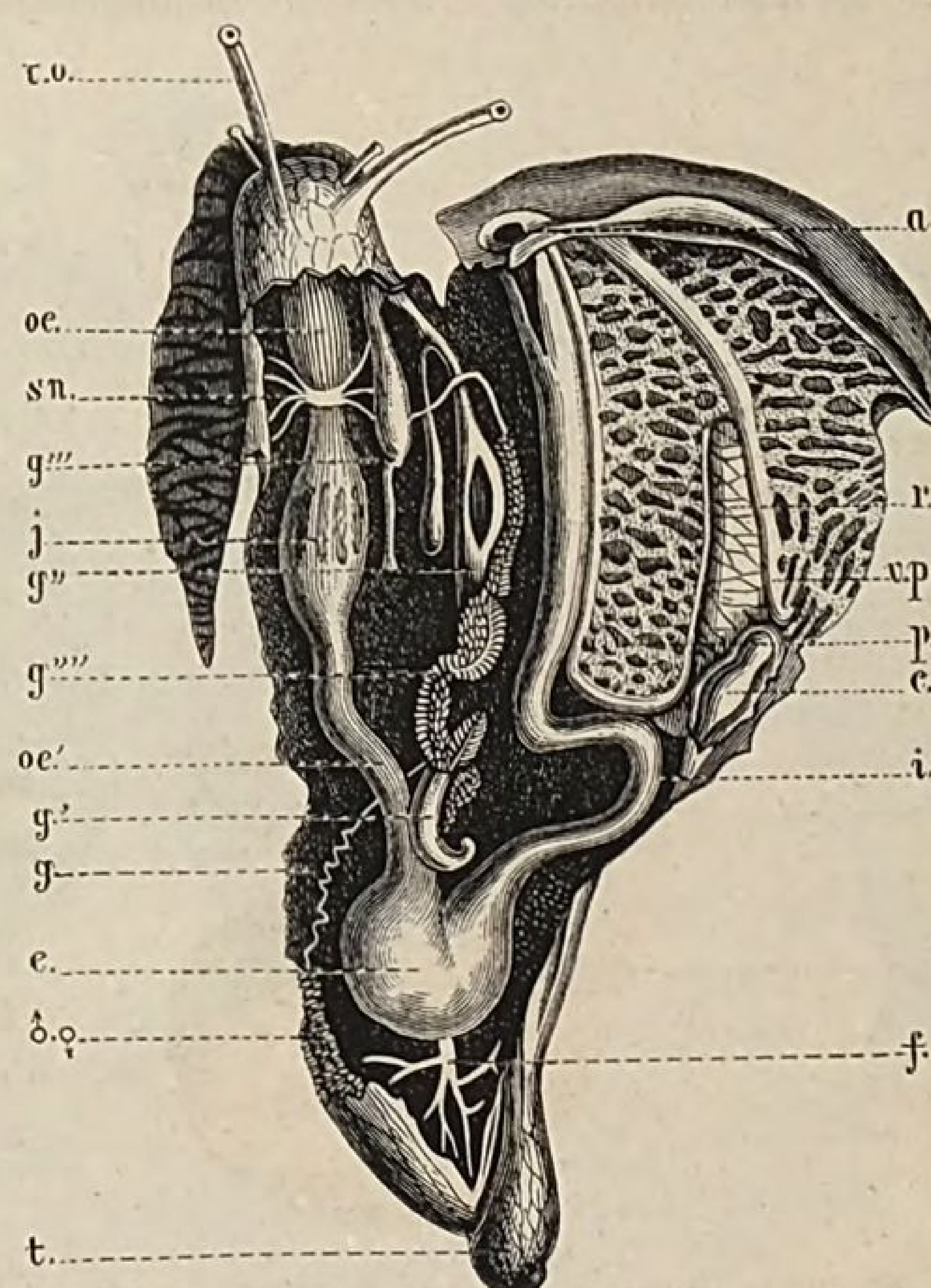


Fig. 213. Eingeweide einer Schnecke.

t.o. Fühlhörner. — œ. Speiseröhre. — s.n. sogenanntes Gehirn oder Nervenknoten unterhalb der Speiseröhre. — j. Vormagen oder Kropf. — e. Magen. — t. Windungen, von der Leber gebildet. — f. ein Stück von den Gallengängen, deren Mehrzahl weggeschnitten. — i. Darm. — a. After. — r. Niere. — p. Lungen. — v.p. Blutgefäße der Lungen. — c. die beiden Höhlungen des Herzens.

eigentlich verdauende Magen (h) in den kurzen Darm (i) übergeht. Die Formen des Magens entsprechen also vollständig dem durch die Verhältnisse gebotenen Bedürfnisse.

Wie wir bei diesem Insekt vier Magenabtheilungen finden, so begegnet uns die gleiche Zahl auch bei Wirbelthieren: bei den „Wiederkäuern."

Beim Schaf (Fig. 212) hängt zunächst an der Speiseröhre (a), der doppelt getheilte Vormagen (b, b), auch Wanst oder Pansen genannt, welcher als „Vorrathsraum“ das flüchtig gekaute und hinabgeschluckte Futter aufnimmt. Befindet sich das Thier nach dem Abweiden in Ruhe, so schluckt es einen runden Ballen des genossenen Futters (C) wieder herauf in den Mund, um es nun sorgfältiger durch Kauen zu zerkleinern und einzuspeicheln, — worauf es in den Netzmagen (c), auch Haube oder Mütze genannt, wiederum hinabgeschluckt wird. Aus

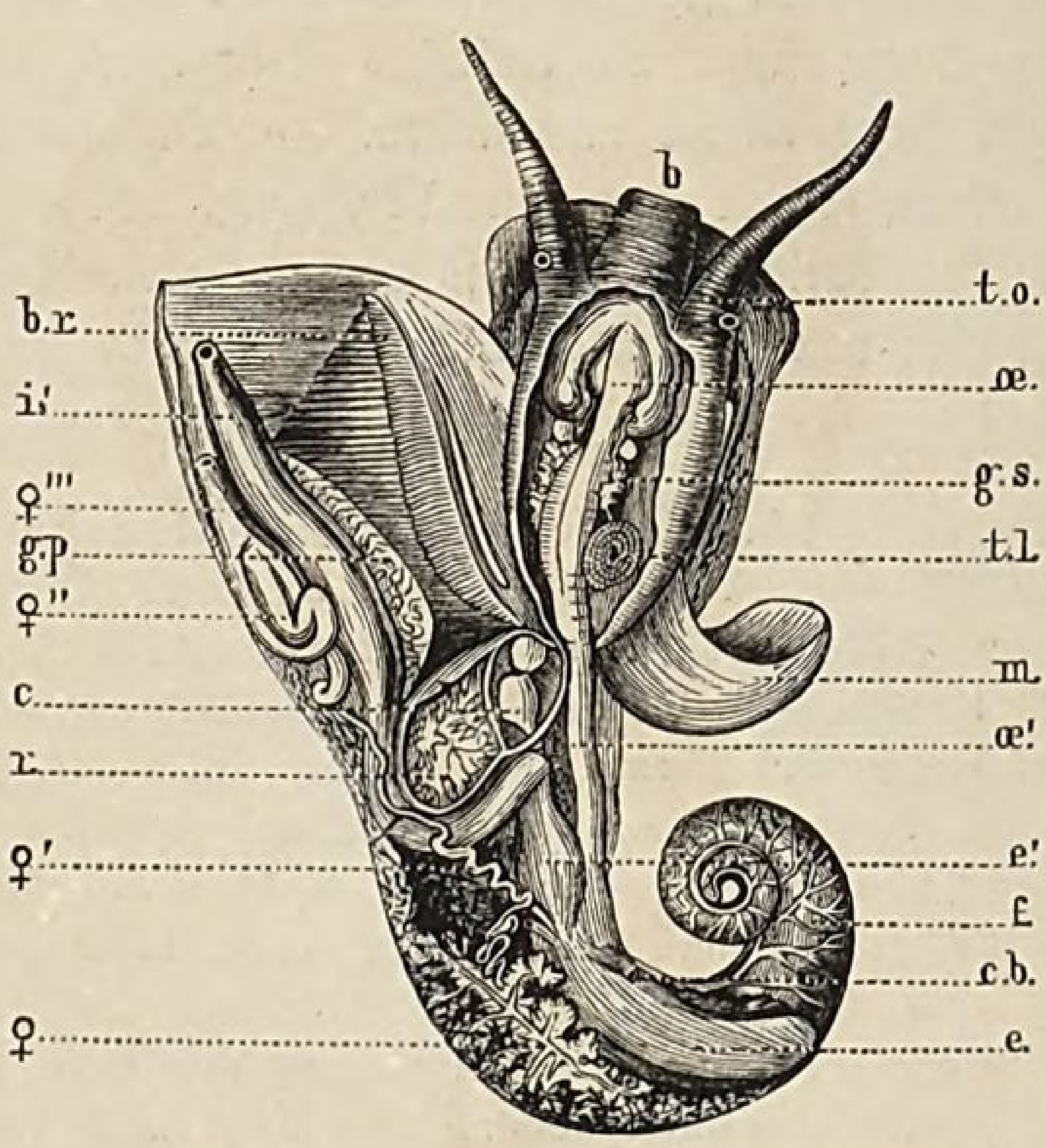


Fig. 214. Eingeweide der Strandschnecke.

b. Mund. — t.o. augentragende Fühlhörner. — œ.œ. Speiseröhre. — g.s. Speicheldrüsen. — t.l. Zungenband. — m. Muskeln. — e.e. Magen. — f. Leber. — c.b. Gallengänge. — r. Niere. — c. Herz, aus zwei Höhlen bestehend. — g.p. Purpurdrüse — i. Mastdarm. — b.r. Bronchien.

diesem gelangt es in den Blättermagen (d), oder Psalter, Buch, Kalender, — und zuletzt in den eigentlich „verdauenden“ Labmagen (e), welcher wie in der äußeren Form, so auch in dem inneren Bau dem menschlichen Magen ähnlich ist, — und welcher in den Zwölffingerdarm (f) übergeht. — Die Verrichtung dieser vier einzelnen Magen-Abtheilungen ist nur bei Vormagen und Labmagen ersichtlich, während die Arbeit des Netzmagens und des Blättermagens noch streitig ist.

So vielgestaltig und so reich an Mitteln die Natur sich auch erweist, wo die Bedürfnisse dies erheischen, so wird doch bei Thieren einer Gattung, welche unter übereinstimmenden Verhältnissen leben, auch Uebereinstimmung in der Bildung der inneren Organe gefunden, selbst wenn die äußeren Formen von großer Verschiedenheit sein sollten.

Die Eingeweide einer „Schnecke" (Fig. 213), welche auch bei uns häufig nach Regenwetter auf Garten- und Wald-Wegen gefunden wird, erinnern in ihrer Form an die Verdauungsorgane der „Sepia". Wie bei dieser geht die Speiseröhre (œ) gerade herab zum Magen, wenn sie auch durch einen Vormagen (j) in ihrer Bildung sich von jener unterscheidet; — der Darm führt als einfaches Rohr neben der Speiseröhre die unverdaulichen Reste wieder nach außen. — Die am Meeresufer in einem Gehäuse lebende „Strandschnecke" (Fig. 214) läßt genau dieselbe Anordnung der Theile erkennen, so vielfache Abweichung das Thier in seiner Körperform von der anderen Schnecke besitzt.

---

a. I. R. Mayer. — **b.** Vintschgau und Hönigschmied: Archiv f. Psychol. 1876, 12, 87. — **c.** C. Ludwig. — **d.** Dzondi „Die Functionen des weichen Gaumens" (Halle 1831). — **e.** A. Retzius „Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med." 1862, S. 136. — **f.** C. Reclam: „Tageblatt der 30. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Tübingen" 1853. Nr. 6, Seite 61. — **g.** „Spallanzani's Versuche über das Verdauungs-Geschäft des Menschen und verschiedener Thierarten" (Leipzig 1785, S. 14 u. f.). Es ist jedoch zu bemerken, dass Reaumur ähnliche Versuche schon 1752 der pariser Academie vorlegte. — **h.** Die „fäulnisswidrige" Wirkung des Magensaftes entdeckte Hofrath Scopoli, welcher auf Anregung des eben erwähnten Abt Spallanzani eine „Chemische Untersuchung des Magensafts aus dem Raben" ausführte. — **i.** Purkinjé: „Bericht über die (15.) Vers. Deutscher Naturf. und Aerzte in Prag" 1837. S. 174. Taf. II, Fig. 1. — **k.** Prof. Dr. R. Demme, Zur Casuistik der Fremdkörper in Magen- und Darmkanal. — **l.** Dr. Kretschy, Versuche an einer Magenfistel-Kranken auf Duchek's Klinik: Dtsch. Arch. f. Klin. Med. Bnd. 18, Heft 6. 1877. — **m.** Luschka: „Prager Vierteljahrschr." 1869, 1. — **n.** Kühne und Lea, über Absonderung des Pancreas: Verhandl. des naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg. 1876, 1, 5. — **o.** „Emulsion", — vom lateinischen „emulgere", melken, nicht ohne Zwang abgeleitet, — ist als technische Bezeichnung im Gebrauch für: Vertheilung kleiner leichter Theilchen in einer Flüssigkeit, so dass dieselben in letzterer schweben; z. B. Fetttröpfchen der Milch in der Molkenflüssigkeit, — die Körperchen des Blutes in der Serum-Flüssigkeit, — die kleinen Stückchen der zerriebenen Mandeln der Mandelmilch in Gummilösung u. s. w.

Verdauung der Getränke.

[Der Vorgang der Aufsaugung. — Aufsaugung des Stärkemehls, — des Zuckers, — des Eiweißes, Faserstoffes, Käsestoffes, Leimes. — Die unverdaulichen Stoffe der thierischen Nahrungsmittel. — Die Aufsaugung der Fette, — der Mineralstoffe. — Das Trinkwasser. — Fleischbrühe. — Kaffee, Thee, Chokolade. — Wein, Bier, Branntwein. — Umsatz des Wassers im innern Körper; — Verdunstung auf der äußeren Haut. — Schweiß. — Darmkoth. — Urin.]

Frösche und Kröten können nicht mit dem Munde trinken. Da sie jedoch ebensowenig, wie irgend ein anderes Thier, ohne Aufnahme von Feuchtigkeit ihr Leben zu fristen vermögen, so trinken sie mittelst der Haut: durch Einsaugung in die Blutgefäße.

(Aus den Untersuchungen von Townson.)

Da wir durch unsere Verdauung die festen Nährstoffe lösen, — da wir also das Nährende der Speisen aus fester Form in flüssige überführen, — so fällt eigentlich die Verdauung der „Speisen" und die der „Getränke" schließlich in Eines zusammen: bei beiden treten flüssige Bestandtheile in das Blut über. —

Von allen Flüssigkeiten nehmen wir das Wasser in größter Menge in uns auf; denn dasselbe bildet den Hauptbestandtheil aller Getränke und der meisten Speisen. Die Ueberführung des Wassers aus unserem Darme in das Blut geschieht nach dem schon früher erwähnten Gesetze der Ausgleichung (S. 15). Wenn zwei Flüssigkeiten durch eine dünne Haut getrennt werden, mischen sie sich mit einander, doch so, daß mehr von der dünnen Flüssigkeit hinüberströmt durch die feuchte Haut in die „dichtere" Flüssigkeit, das heißt in diejenige, welche mehr feste Stoffe gelöst enthält. In unsern Verdauungsorganen findet diese Ausgleichung zwischen Wasser

und Blut durch die dünne Haut statt, aus welcher die kleinen Röhren der Blutgefäße bestehen, und es strömt daher viel Wasser in das Blut hinein, während nur wenig von der Blutflüssigkeit heraustritt in den Darm.

Man kann diese Vorgänge der Ausgleichung ohne große Vorrichtungen auch außerhalb des Körpers beobachten. Gießt man dickes Zuckerwasser oder stärkste Salzlösung in eine dünne nasse Blase oder dünnes, aber festes, nasses Pergamentpapier und bindet die natürliche oder künstliche Blase wie einen Beutel um die Flüssigkeit mit starkem Hanfgarn zu (aber so fest als möglich, ohne die feuchte Haut zu zerreißen!) — befestigt dann diese mit Flüssigkeit und etwas Luft gefüllte Blase an einem schweren Gegenstande (einem Stück Eisen, einem Steine), — und legt nun beides in ein großes Einmacheglas gefüllt mit destillirtem Wasser oder reinem Regenwasser, so daß durch den schweren Gegenstand wie mittelst eines Ankers die Blase unterhalb des Wasserspiegels gehalten wird, — so bemerkt man, daß nach kürzerer oder längerer Zeit die Blase anschwillt, und daß sie sich binnen einiger Stunden um mehr als das Doppelte vergrößert, wenn ihre Wand gehörig ausdehnungsfähig war. (Wir haben einen ähnlichen Versuch bereits S. 17 angegeben.) Das Wasser dringt in verhältnißmäßig großer Menge durch die Wand in die Blase; es wird von der Blase „aufgesogen"; es verdünnt die Lösung in der Blase. Aber von dieser Lösung dringt auch wieder Einiges heraus in das umgebende Wasser, wie man am süßen oder salzigen Geschmack desselben wahrnehmen kann. So findet zwischen zwei Flüssigkeiten verschiedener Mischung ein steter wechselseitiger Austausch bis zur völligen Ausgleichung statt. Nehmen wir nach einigen Tagen die Blase aus dem Wasser heraus, so finden wir, daß die in ihr enthaltene Lösung genau so schwach oder stark geworden ist, als die Lösung, zu welcher nun das umgebende Wasser sich umgewandelt hat. —

Im Darme des Menschen findet die „Auffaugung" in gleicher Weise statt, nur daß sie viel schneller vor sich geht: einestheils weil die feuchten Wände außerordentlich dünn und für derartigen Ausgleich geeignet sind, — anderntheils weil die Flüssigkeiten unter sich sehr verschiedene Mischung haben; denn das Blut enthält nicht nur Zucker und Salze, sondern ist auch eiweißhaltig, — und in eine eiweißhaltige Flüssigkeit strömt Wasser durch feuchte Wände außerordentlich lebhaft hinein; — endlich ist aber auch die Flüssigkeit des Blutes in schneller Bewegung,

fließt an der Wand des Blutgefäßes vorbei, so daß also immer neues Blut, welches noch nicht Wasser aufgenommen hat, an die Stelle des bereits mit dem Wasser in Wechselwirkung getretenen kommt, und daher die immer sich erneuernde Blutflüssigkeit auch immer zur Aufnahme von Wasser ganz besonders geeignet ist. Aus diesen Gründen findet ein lebhafter Austausch zwischen Wasser und Blut statt, und das getrunkene Wasser wird schnell in das Blut aufgenommen. — Ob man warmes oder kaltes Wasser getrunken hat, macht hierbei keinen nennenswerthen Unterschied; denn das kalte wird bald erwärmt, das warme verliert seine Wärmegrade, während der Blutzufluß nach den Magenwänden mehr durch die Ausdehnung des Magens (S. 514) begünstigt wird, als durch den Wärmegrad des Getränkes. Verweichlichten Personen ist es aber angenehmer, warmes Getränk in ihren Magen einzuführen, und bei Hochbejahrten oder Kranken, bei denen die Wärmeerzeugung und der Stoffwechsel gering ist, mag auch das Trinken warmen Wassers gestattet sein. Für junge, kräftige Personen ist eine solche künstliche Erhitzung des Magens und des ganzen Körpers eher nachtheilig, als vortheilhaft, — es sei denn, daß man Schweiß hervorrufen wolle. Im Allgemeinen sind überhaupt, wenn auch nicht eiskalte, so doch kühle Getränke und Speisen den warmen vorzuziehen.

Wenn wir Wasser in reichlicher Menge trinken, so filtert dasselbe aus den angegebenen Gründen außerordentlich schnell aus dem Darme in das Blut über. Sowol die eiweißartigen Stoffe, als die Salze (Kochsalz, Soda und andere), welche das Blut enthält, und nicht minder der Zucker, sind ihm vom Verdauungskanal geliefert worden, welcher sogar den Zucker zubereitet.

Stärkemehl wird nämlich durch den Mundspeichel in Mundhöhle und Magen, durch Bauchspeichel und Darmsaft im Darme umgewandelt, daß heißt, in seiner Mischung verändert, so daß es nicht mehr Stärkemehl, sondern Zucker wird. In Berührung mit diesen Verdauungssäften und Wasser wird Stärkemehl in der Wärme des menschlichen Körpers zuerst in Stärkemehlgummi (Dextrin) übergeführt: ein künstliches Gummi, welches in seinen Eigenschaften völlig mit dem natürlichen Gummi übereinstimmt, welches aber in Bezug auf die einzelnen Bestandtheile dieselbe chemische Mischung hat, wie Stärkemehl; aus diesem Gummi bildet sich dann Traubenzucker, und so umgewandelt geht das Stärkemehl in das Blut über.

Das Stärkemehl ist in Wasser unlöslich; in heißem oder kochendem

Wasser quillt es unter Wasseraufnahme auf und bildet „Kleister“. Durch Einwirkung der Verdauungssäfte aber wird dieser unlösliche Nährstoff (Kleister) zu einem in Wasser löslichen übergeführt, welcher vom Blute aufgesogen wird. Je mehr Zucker in der Lösung vorhanden ist, und auf je größere Fläche die Lösung auf Magen und Darm vertheilt ist, um so schneller wird der Zucker bei Beginn der Verdauung aufgesogen; allmälig geht die Aufsaugung langsamer vor sich. Wenn übermäßig viel Zucker in den Darm eingeführt wird (z. B. wenn große Mengen Honig oder Zuckerwerk auf einmal genossen werden), so wird nicht nur so viel Zucker in das Blut aufgenommen, daß dasselbe unverändert zum Theil wieder im Urin sich vorfindet, sondern es geht auch unverdauter Zucker im Darmkothe ab.

Das gekochte Stärkemehl (Kleister) wird schneller in Zucker umgewandelt, als das rohe, welches zum größten Theile unverdaut bleibt. — Man kann die Umwandlung des Stärkemehls im Munde durch den Geschmack wahrnehmen. Wenn man von frisch bereitetem zuckerfreiem Kleister etwa eine Messerspitze voll in den Mund nimmt und nun einige Zeit Kaubewegungen macht, so wird nach Verlauf von $^{3}/_{4}$ bis 1 Minute süßer Geschmack bemerkbar, — unzweifelhaft aber erst nach 2 Minuten langem Kauen; — in dem so gekauten Stärkemehl vermag man auch mit chemischen Hülfsmitteln die Umwandlung desselben in Zucker nachzuweisen.

Da kein Nährstoff so allgemein verbreitet ist, wie das Stärkemehl (welches den Hauptbestandtheil des Getreides, also auch des Brodes, der Semmeln, des Kuchens, ferner der Kartoffeln, der Hülsenfrüchte, des Reises, Grieses, der Graupen, Grütze, Hirse ꝛc. bildet), — da wir mithin tagtäglich Stärkemehl in großen Mengen genießen, — so nehmen wir auch täglich „Zucker“, — das heißt den aus dem Stärkemehl entstandenen „Traubenzucker“ — in großer Menge in das Blut auf.

Traubenzucker, oder, wie man ihn auch genannt hat, Krümelzucker genießen wir: in süßen Trauben, Rosinen, im Honig, in zuckerreichen Früchten; derselbe wird von dem in Magen und Darm befindlichen Wasser gelöst und geht unverändert in das Blut über.

Rohrzucker (des Zuckerrohres und der Runkelrübe) wird durch die Verdauungssäfte erst in Traubenzucker umgewandelt und dann als solcher vom Blute aufgenommen.

Die Zellstoffe junger (gekochter) Gemüse werden ebenfalls im Darme

in Zucker umgewandelt und treten als solche in das Blut. Alte und rohe Gemüse, Salat, Rettig, Radieschen, roher Meerrettig, hartes Obst bleiben unverdaut; höchstens ein Theil ihrer Salze wird von der Darmflüssigkeit ausgelaugt, — im Uebrigen verlassen sie den Darmkanal unverändert.

Der Zucker bleibt aber nicht unverändert in unserem Darme. Er unterliegt der Gährung, sobald er in der Wärme mit Luft und Gährungerregern in Berührung kommt. Dies findet in unserm Darme statt, und so geht, ohne, oder richtiger trotz des Einflusses der Verdauungssäfte im Verdauungskanale, ein kleiner Theil des Zuckers durch Gährung in Milchsäure und später in Buttersäure über. Diese Säuren dienen dann dazu, den Inhalt des Darmes „sauer" zu machen, und in Folge dieses Umstandes (vergl. S. 19) gehen die gelösten Stoffe reichlicher aus dem Darme in das „alkalische" Blut ein. Die Zuckermenge des Darmes befördert also auch die Aufsaugung; sie kann aber auch nachtheilig werden durch allzu starke Gährung, und so kommt es, daß zu viel Süßigkeiten den Verdauungskanal „versäuern". —

Eiweiß, — Faserstoff des Fleisches, — Käsestoff der Milch und des Käses, — Kleber des Getreides — und „Legumin" der Hülsenfrüchte — werden durch den sauren Magensaft der Labdrüsen (allmälig) so umgewandelt, daß sie nach der Einwirkung desselben leicht löslich sind, während sie vorher unlöslich waren.

Gekochtes Eiweiß löst sich in Wasser nicht auf; nachdem es aber mit Magensaft in Verbindung war, ist es gelöst worden und tritt als Lösung in das Blut. — Das „Lab", das heißt denjenigen Stoff im Magensafte, welcher die Lösung bewirkt, nennt man „Pepsin", und die von ihm löslich gemachten Stoffe werden „Peptone" genannt. Nur in dieser Form (als „Pepton") können die dem Eiweiß ähnlichen Stoffe (die „Eiweißkörper") in das Blut aufgenommen werden, weil sie nur in dieser Form durch die Häute der Blutgefäße hindurchtreten können; — indem sie aber dies thun, werden sie wieder aus „Peptonen" zu „Eiweißkörpern" zurückverwandelt. — Die Verdauung und Aufsaugung dieser Stoffe geht zunächst im Magen vor sich; im Zwölffingerdarm wird dieselbe durch Galle gehindert und aufgehoben; im Leerdarm und Krummdarm dagegen findet sie wieder lebhaft statt. Auch hier wie beim Zucker wird zu Anfang am meisten aufgesogen, später weniger.

Leim und leimgebende Gewebe (über deren Nährfähigkeit und

Bedeutung wir bei der „Auswahl der Speisen" sprechen werden) gelangen durch die Säfte des Magens und des Darmes zur Lösung und gehen dann unverändert zum Theil in das Blut über.

Die elastischen Fasern des Thiergewebes (welche wir in den Schleimhautdurchschnitten der Stimmbänder kennen gelernt haben, und auf welche wir bei der „Bewegung" zurückkommen), — Horn und hornartige Gewebe (Horn der Thiere, äußere Haut der Thiere und Menschen, Nägel und Haare), — hartes Fett, Wachs, Pech bleiben im Verdauungskanale unverändert und unverdaut.

Die (weichen) Fette und fetten Oele werden zum größten Theile ohne Veränderung ihrer chemischen Mischung in das Blut übergeführt. — Bauchspeichel und Magensaft ermöglichen die feine Zertheilung der Fette und Oele in eine Art „Milch" (Emulsion) und überall da, wo die Galle die Wandungen des Darmes befeuchtet hat, wird Fett in die Blut- und Lymph-Gefäße aufgenommen. Ein kleiner Theil der Fette wird zersetzt; er verwandelt sich mit den im Speisebrei etwa vorhandenen freien Alkalien (Kalk, Natron, Kali) zu „Seife" und tritt als solche aufgelöst in das Blut, — hilft also auch Alkalien in das Blut schaffen.

Die Fette werden hauptsächlich in den Zotten aufgesogen, indem sie durch feine Poren in den Mittelraum der Zotten eintreten (Fig. 198, 13); diesen Weg können sie aber nur zurücklegen, wenn und insoweit die Zotten mit Galle benetzt sind. Man sieht die Zotten eines während der Fettverdauung getödteten Thieres strotzend von weißer Fettmilch erfüllt. —

Die Mineralstoffe werden, so weit sie gelöst sind, meist von den Blutgefäßen aufgesogen. Die Mehrzahl der Salzlösungen (z. B. von Natron, Kalk, Magnesia, Kali) wird nämlich lebhaft von den eiweißhaltigen Flüssigkeiten angezogen und in sich aufgenommen; — aber andere Salze (wie Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz), welche selber viel einzusaugen vermögen, — das heißt, welche ein „hohes endosmotisches Aequivalent" haben, — kehren das Verhältniß um, so daß bei ihrer Anwesenheit mehr Wasser aus dem Blute in den Darm tritt, als Salzlösung aus dem Darme in das Blut gelangen kann. Die Folge hiervon ist, daß bei derartigen Lösungen der Speisebrei nicht nur flüssig erhalten bleibt, sondern durch Eintritt von Wasser aus dem Blute in den Darm noch flüssiger wird; dies bewirkt wiederum, daß er schneller vom Darme vorwärts bewegt und gegen den After hingeleitet werden muß, und so bedingen jene Salze eine „abführende" Wirkung. Man hat den Beweis auf einfache

Weise geliefert. Spritzte man die Lösung abführender Salze einem Thiere in das Blut, so erfolgte keine „Abführung", sondern im Gegentheile „Verstopfung": weil nun mit erhöhter Energie die Flüssigkeiten des Darmes in das Blut einströmten und daher der Darminhalt trocken wurde.

Daß ein Theil der Mineralstoffe mittelst des Fettes als „Seifen" in das Blut gelangt, erwähnten wir bereits. — Im Magen wird auch aus kohlensauren Salzen die Kohlensäure ausgetrieben (wie beim „Brausepulver"), und indem sich das Alkali mit der im Magensafte befindlichen freien Milchsäure verbindet, wird die nun „sauer" reagirende Lösung dieser milchsauren Salze von dem „alkalischen" Blute aufgenommen. — Endlich treten auch ungelöste, aber fein zertheilte kleine Minераltheile (z. B. Kohle, Graphit, phosphorsaurer Kalk), sowie kleine Stücke roher Stärke — in ähnlicher Weise, wie das fein zertheilte Fett — durch die Zotten aus dem Darme in die aufsaugenden Lymphgefäße. (Ueber die Eigenthümlichkeiten der letzteren erfolgt Näheres beim „Blute".)

Alle Nahrungsmittel enthalten Mineralstoffe, von denen ein größerer oder geringerer Theil auch in das Blut aufgenommen wird. Nicht minder ist dies beim Trinkwasser der Fall. Die „Mineralwässer", welche dem Reichthum an derartigen Stoffen ihren Namen und der Heilwirkung derselben ihren hohen Werth verdanken, gehen ebenso in das Blut über, wie gewöhnliches Wasser, da die Einsaugungsfähigkeit der eiweißhaltigen Flüssigkeit auf sie in gleicher Weise einwirkt. — —

Indem wir Verdauung und Einsaugung des Wassers und der festen Speisen überblickten, haben wir nun auch zugleich die „Verdauung der Getränke" kennen gelernt: denn alle Getränke bestehen aus nichts Anderem als Wasser und in ihnen aufgelösten oder vertheilten festen Stoffen.

Das Trinkwasser enthält, auch wenn es ganz klar und durchsichtig ist, immer Mineralstoffe, theils sehr fein zertheilte, theils gelöste (z. B. kohlensauren Kalk) und außerdem thierische und pflanzliche Reste, sowie Luft (atmosphärische Luft, Sauerstoff, Kohlensäure). Je mehr Kohlensäure-Luft im Wasser ist, um so erfrischender schmeckt dasselbe. — Man hat es auffallend gefunden, daß die Kohlensäure in Magen und Mund uns angenehm und wohlthuend ist, während sie in den Lungen wie Gift wirkt. Die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens scheint einfach darin zu liegen, daß die Kohlensäure ebenso wie andere Gase durch

die dickere Epithelialschicht der Verdauungsorgane (ebenso wie durch die Zellenschicht der äußern Haut) in geringer Menge in das Blut überzugehen vermag, durch die sehr dünnen Gefäßwände der Lunge in großer. Dennoch vergiftet „kohlensaures Wasser“, wenn täglich getrunken, und macht blutarm.

Fleischbrühe besteht zum größten Theile (96 bis 99 Procent) aus Wasser — dem etwas Leim, Fett, Kali, — ferner Kalk, Kochsalz, Extraktivstoff und eiweißartige Stoffe, beigemengt sind; das eigentliche Eiweiß und der Blutfarbstoff gerinnen beim Kochen und werden als graues Gerinnsel abgeschöpft. Die Aufzählung dieser Bestandtheile genügt, um aus dem Vorhergegangenen die Verdauung der Fleischbrühe zu kennen. Bei dem äußerst geringen Gehalte an festen Stoffen kann jene Fleischbrühe, wie man sie gewöhnlich zu Suppen verwendet, keine nährende Kraft haben, sondern höchstens eine vorübergehend erregende; worin diese Wirkung ihren Grund hat, werden wir im nächsten Abschnitte kennen lernen.

Die Milch ist zusammengesetzt aus Wasser (90 bis 96 Procente), Käsestoff mit etwas Eiweiß (2 bis 5 Procente), Butter und Milchzucker (7 bis 8½ Procente) und einigen Mineralsalzen (½ bis ⅔ Procent). — Von diesen Bestandtheilen werden Wasser, die feinen Butterkügelchen und die Mineralstoffe einfach aufgesogen; — der Käsestoff gerinnt im Magen, wird von dem sauren Magensafte wieder gelöst und dann als Lösung aufgesogen. — Aus der Angabe des Mengenverhältnisses der einzelnen Stoffe im Magen ersieht man zugleich, von welchem äußerst geringen Nährwerthe die Molken sind, da sie eine Milch darstellen, welcher man künstlich den gerinnbaren Käsestoff und die Fette entzogen hat, so daß nur die Mineralbestandtheile, etwas Milchzucker und ein klein wenig in der Milch enthaltenes Eiweiß übrig bleiben.

Kaffee und Thee enthalten, als Getränk zubereitet, noch mehr Wasser, als Fleischbrühe; Wein und Bier etwas weniger (87 und 91 Procente). Die sonst ihnen eigenthümlichen Bestandtheile, welche die „erregende“ Wirkung der beiden Aufgüsse hervorrufen (Coffeïn und Theïn) und der „berauschende“ Bestandtheil der beiden gegohrenen Getränke (Alkohol 6 bis 11 Procente) treten unverändert in die Blutmischung ein und erleiden daselbst Umwandlungen, auf welche ausführlicher einzugehen uns hoffentlich beim „Blutleben“ der Raum gestatten wird.

Chocolade besteht aus dem Stärkemehl und den eiweißartigen Stoffen der Kakaobohne, nebst deren riechenden Bestandtheilen, und einer geringen Menge eines „erregenden“ Stoffes (Theobromin) und einigen

wenigen Mineralsalzen. — Branntwein ist eine Mischung von Wasser, Fuselöl und dem „berauschenden" Weingeist (von letzterem 20 bis 60 Procent). Nach Zusatz von Zucker, Riechstoffen und meistens auch einem färbenden Mittel, heißt der Branntwein „Liqueur". — Der gewöhnliche käufliche Spiritus oder Weingeist besteht ebenfalls aus einer Mischung von Wasser mit dem Stoffe, welchem er den Namen verdankt (45 bis 70 Procent Alkohol, in den seltensten Fällen 90 und mehr; bei letzterer Mischung wird er schon absoluter, das heißt wasserfreier Alkohol genannt; übrigens ist der wenigste, vielleicht gar kein jetzt verkäuflicher Alkohol wirklicher „Wein"-Geist, sondern aus „Kartoffeln" bereitet). — —

Damit ist die Reihe unserer wichtigsten Getränke bereits beendet. So sehr die einzelnen durch Zusätze und Mischungen sich im Geschmacke von einander unterscheiden, so stimmen sie doch ihrer Zusammensetzung nach — und damit auch bezüglich der Thätigkeit, welche sie von den Verdauungsorganen beanspruchen, — mit einander überein. Bei allen Getränken aber ist Wasser der Hauptbestandtheil. Wasser wird also durch sie in den Körper eingeführt.

Das in die Verdauungsorgane gelangte Wasser verbleibt nur wenige Minuten daselbst und geht sofort in das Blut über. Aber auch im Blut hat es keine bleibende Stätte, sondern dringt aus dem Blute durch die Wände der Blutgefäße hindurch in die inneren Höhlen des Körpers: in die Bauchhöhle (in den geschlossenen Bauchfellsack), — in die Brusthöhle (Lungenfellsack), — in den Herzbeutel, — in die Gelenke, — zwischen die Muskelfasern und in das Bindegewebe, — — kurz, in alle Theile des Körpers; — dabei durchfeuchtet das Wasser die Masse des Körpers, benetzt die Oberfläche der Organe, und endlich — wird auch eine nicht geringe Menge Wassers wiederum aus dem Blute in den Darm zurückgeführt: in Form der „Verdauungssäfte", welche dann bei der Verdauung mit den gelösten Nährstoffen abermals in das Blut zurücktreten. — Wir haben bereits früher (S. 4) nachgewiesen, daß ein Mensch von 140 Pfunden Körpergewicht täglich über 30 Pfunde Verdauungssäfte absondert, so daß also binnen 24 Stunden nahezu der vierte Theil seines Körpergewichts aus dem Blute in den Darm übergeht und aus diesem als Lösungsmittel der Nährstoffe wieder in das Blut zurücktritt. Diese Menge der Verdauungssäfte beträgt den dritten Theil der Flüssigkeit unseres Körpers. — Man sieht, daß das Wasser in beständigem Umsatze im Innern unseres Leibes begriffen ist. Es dient als allgemeines

Lösungsmittel und ist der eigentliche Träger des Stoffwechsels und der Ernährung.

Das Wasser durchdringt auch unsere äußere Haut und macht sie weich und geschmeidig. (Wassermangel läßt die trockene Haut abschilfern.) Von der äußern Haut des Körpers verdunstet es unausgesetzt in Form eines für gewöhnlich unsichtbaren Wasserdunstes. Die Menge des Wassers, welche wir auf diese Weise verlieren, ist noch nicht mit hinreichender Sicherheit festgestellt worden; nach den älteren Untersuchungen soll sie zwischen 2 und 5 Pfunden täglich schwanken.

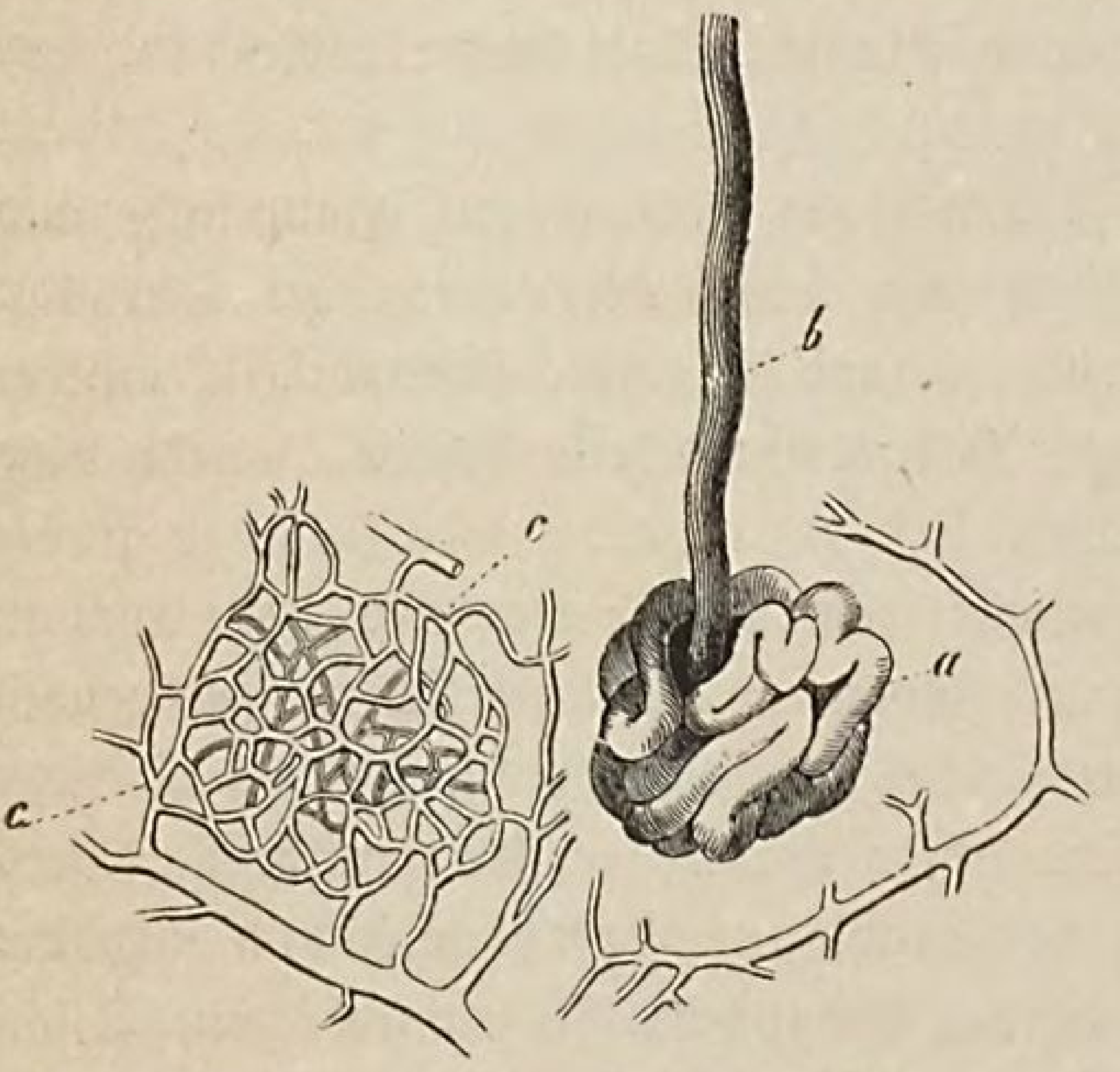


Fig. 215. Eine Schweißdrüse des Menschen. a Der Knäuel des Drüsenschlauches. — b Der Ausführungsgang. — c Geflecht der Haargefäße, aus denen die Drüse herausgenommen.

Fließt aber das Blut in größerer Menge in die feinen Blutgefäße der Haut, so werden auch jene Haargefäße strotzend erfüllt, welche die Schweißdrüsen umgeben (Fig. 215, c), und diese lassen dann in den knäuelartig gewundenen Drüsenkanal der Schweißdrüse Wasser hinübertreten, welches aus dem Drüsenkanale schließlich zur Oeffnung der Schweißdrüse, „Pore" genannt, (vergl. Tafel III, „Menschliche Haut", i) herausquillt in kleinen Tropfen; — die Tröpfchen fließen in einander über, wie an der mit Feuchtigkeit beschlagenen Fensterscheibe, — bilden größere Tropfen — und rinnen schließlich als Flüssigkeit herab.

Der Schweiß ist eine farblose Flüssigkeit, schmeckt salzig, verhält sich in chemischer Beziehung „sauer" und riecht eigenthümlich. Er besteht zur Hauptsache aus Wasser mit ein wenig Fett, einigen Zellen der Haut, Harnstoff, Milchsäure nebst etwas Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, Gallenstoff und einigen Mineralstoffen. — Wenn die Schweißabsonderung beginnt, so enthält der Schweiß mehr Milchsäure und flüchtige Fettsäuren, als später. — In der Regel wird täglich etwa 1 Pfund Schweiß abgesondert. Im Dampfbade oder im irisch-römischen Bade kann man binnen

1 bis 2 Stunden 4 bis 6 Pfund Schweiß verlieren. An heißen Sommertagen und bei starken Muskelanstrengungen (Holzhacken, Fußwanderungen, Reiten) ist ein gleich großer oder auch höherer Verlust an einem Tage nichts Seltenes, was den heftigen Durst unter solchen Verhältnissen erklärt, das Verlangen nach Ersatz der verlorenen Wassermenge.

Ein Theil des genossenen Wassers verläßt den Leib im Darmkoth und wird demselben theils in den „Verdauungssäften" beigemischt, — theils in den beständig in die Nase abfließenden und verschluckten „Thränen", — theils im „Schleime" der Verdauungsorgane. (Der Schleim enthält zwischen 88 und 89 Procente Wasser neben Extraktivstoffen, Fetten, Kochsalz und anderen Salzen, zuweilen auch Eiweiß, und immer „Mucin", das heißt Schleimstoff.)

Der Darmkoth (Fäces, Exkremente) besteht zur Hauptsache aus Wasser (75 Procente, also drei Viertel seines Gewichtes; bei Durchfall viel mehr); außerdem enthält er die unverdaulichen Bestandtheile unserer Nahrung, so wie alle diejenigen verdaulichen Bestandtheile, welche nicht gelöst und nicht aufgesogen worden sind, — entweder weil sie in zu großer Menge, oder weil sie schlecht gekaut (!) verschluckt wurden, oder auch in Folge von Krankheitszuständen und der hierdurch bewirkten ungenügenden Absonderung der Verdauungssäfte.

Die unverdaulichen Zellhäute der Pflanzen, die elastischen Fasern der Thiere, ferner größere Stücke Fleisch und Brod, ganz und ungekaut verschluckte Erbsen, Linsen, Bohnen, Gräupchen, Johannisbeeren, Fischeier ꝛc., nicht minder Salat, Gurken, Obst, sowie endlich bei reichlichem Fettgenuß Fett, und bei reichlichem Genuß stärkemehlhaltiger Stoffe, Zucker, — finden sich regelmäßig im Darmkothe vor. Von den Mineralstoffen sind besonders die schwer aufsaugbaren: phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia (so wichtig auch beide dem menschlichen Organismus) und freie Kieselsäure vorhanden. Endlich enthält der Koth die Bestandtheile der Galle, Darmschleim, Epithelialzellen, zersetzte Verdauungssäfte und — da er immer in fauliger Zersetzung begriffen ist — die chemischen Produkte der Fäulniß.

Wie die Nahrungsmenge binnen 24 Stunden etwa ein Zwanzigstel (5 Procent) des Gesammtgewichts des lebenden Menschen beträgt, so macht der Darmkoth auch nur ein Zwanzigstel der genossenen Nahrung aus (also bei einem Menschen von 140 Pfund Körpergewicht etwa 180 Grammen); dies gilt natürlich nur beim Genusse leicht verdaulicher und reichlich

nährender Speisen und Getränke, während beim Genusse erheblicher Mengen unverdaulicher Stoffe die Verhältnisse ganz anders sind. Von ganz verdaulichen Speisen (z. B. zerlassenem Honig) wird gar nichts ausgeleert, wenn sie nicht in übergroßer Menge genossen worden sind. (Der Darmkoth besteht in je 100 Theilen aus 75 Procenten Wasser, — 5 Procenten in Wasser löslicher Stoffe, wie Galle, Eiweiß, Extraktivstoffe, Salze, — 7 Procenten unlöslichen Rückstandes von den Nahrungsmitteln — und 13 Procenten im Darmkanal hinzugekommener unlöslicher Stoffe: Schleim,

---

Fig. 216. Die Nieren in ihrer Lage im Körper.

Man erblickt in dieser Abbildung die beiden Höhlen des Rumpfes: die „Brusthöhle" und die „Bauchhöhle", dadurch geöffnet, daß die vordere Wand der Brust und des Bauches weggeschnitten ist. Zwischen beiden Höhlen liegt als Scheidewand das „Zwerchfell". Die „Eingeweide" sind aus Brust und Bauch entfernt, so daß man die Hohlräume übersehen kann; der Bauchfellsack (Peritoneum) ist wegpräparirt.

Nach Entfernung der Brusteingeweide (Herz und Lunge liegt **1** die Aorta frei, so daß man sie von der Stelle, wo sie mit dem Herzen zusammenhing, aufwärts zum „Bogen", über **2** dem linken Ast der Luftröhre, bis zu ihrem links neben der Wirbelsäule in die Brusthöhle „absteigenden" Theile verfolgen kann. Rechts neben der „absteigenden Aorta" liegt **3** die Speiseröhre, mit Blutgefäßen auf ihrer Oberfläche. Weiter nach rechts befindet sich vor der Wirbelsäule **32** eine Blutader (Vena azygos). Zwischen den Rippen verlaufen **4** die Zwischenrippen-„Puls"- und „Blut"-Adern. **5** Das Zwerchfell liegt (wie eine umgestürzte Schüssel) zwischen Bauch- und Brusthöhle; auf seiner unteren Fläche verläuft ein Blutgefäß, welches **6**, **7** Zweige zur Nebenniere abgibt, zu denen sich noch **8** ein dritter von unten gesellt, — während die „Niere" selber durch viel stärkere Gefäße **9** mit Blut reichlich versorgt wird. Die Nieren-Pulsader (mit Querstrichen bezeichnet) entspringt aus der Aorta; die (mit Längsstrichen gezeichnete) Blutader führt das Blut aus den Nieren zurück in **26** die Beckenblutader, welche hinten rechts aufsteigt: durch das Zwerchfell in das Herz, und zwar als untere „Hohlvene" vor dem 8.—9. Brustwirbel in den rechten Vorhof. Das länglich runde Loch, durch welches sie in's Zwerchfell tritt, sieht man an dem etwas in die Höhe gehobenen Zwerchfelle in der verlängerten Richtung der Beckenblutader. Ebenso ist in der Richtung der Speiseröhre die Stelle des Durchtrittes dieser durch das Zwerchfell sichtbar. Endlich tritt zwischen den beiden inneren Zwerchfell-Schenkeln hinten vor der Wirbelsäule die Aorta aus der Brust in die Bauchhöhle und gibt gleich nach ihrem Eintritte **11** die Eingeweide-Pulsader und **12** die obere Gekrös-Pulsader ab.

(Weiter unten verlaufen: 13 Art. spermatica dextra; — 14 Art. et Ven. lumbalis; — 15 Art. mesenterica inferior; — 16 Art. ileo-lumbalis; — 17 Art. iliaca primitiva; — 18 Art. sacra media; — 19 Art. iliaca externa; — 20 Art. iliaca interna; — 21 Art. iliaca circumflexa; — 22 Art. epigastrica; — 23 Vena iliaca sinistra primitiva; — 24 Ven. iliaca interna; — 25 Ven. iliaca primitiva dextra; — 26 Vena cava inferior; — 27 Vena spermatica dextra, in die Hohlvene einmündend, und 28 Vena spermatica sinistra, in die vena renalis sinistra einmündend. — 30 Canalis deferens.)

Unterhalb des Zwerchfelles liegen zu beiden Seiten die beiden „Nieren" und über ihnen die Neben-Nieren. Von jeder Niere führt **29** ein „Harnleiter" (Ureter), oben an der Niere trichterförmig erweitert, den von der Niere abgesonderten Urin herab in **31** die „Harnblase", durch deren hintere Wand die beiden Harnleiter einmünden. Die Urinblase ist in dieser Abbildung in sehr ausgedehntem Zustand gezeichnet; — sie ist nur dann so groß, wenn sie mit Harn übermäßig erfüllt ist; — bei mittlerer Füllung reicht sie nur so weit über die vorderen Beckenknochen hervor, als dies in „Tafel I." (Die Lage der inneren Organe) gezeichnet ist und wie man es in „Tafel V. VI." (Die inneren Organe des Menschen) im Durchschnitte sieht.

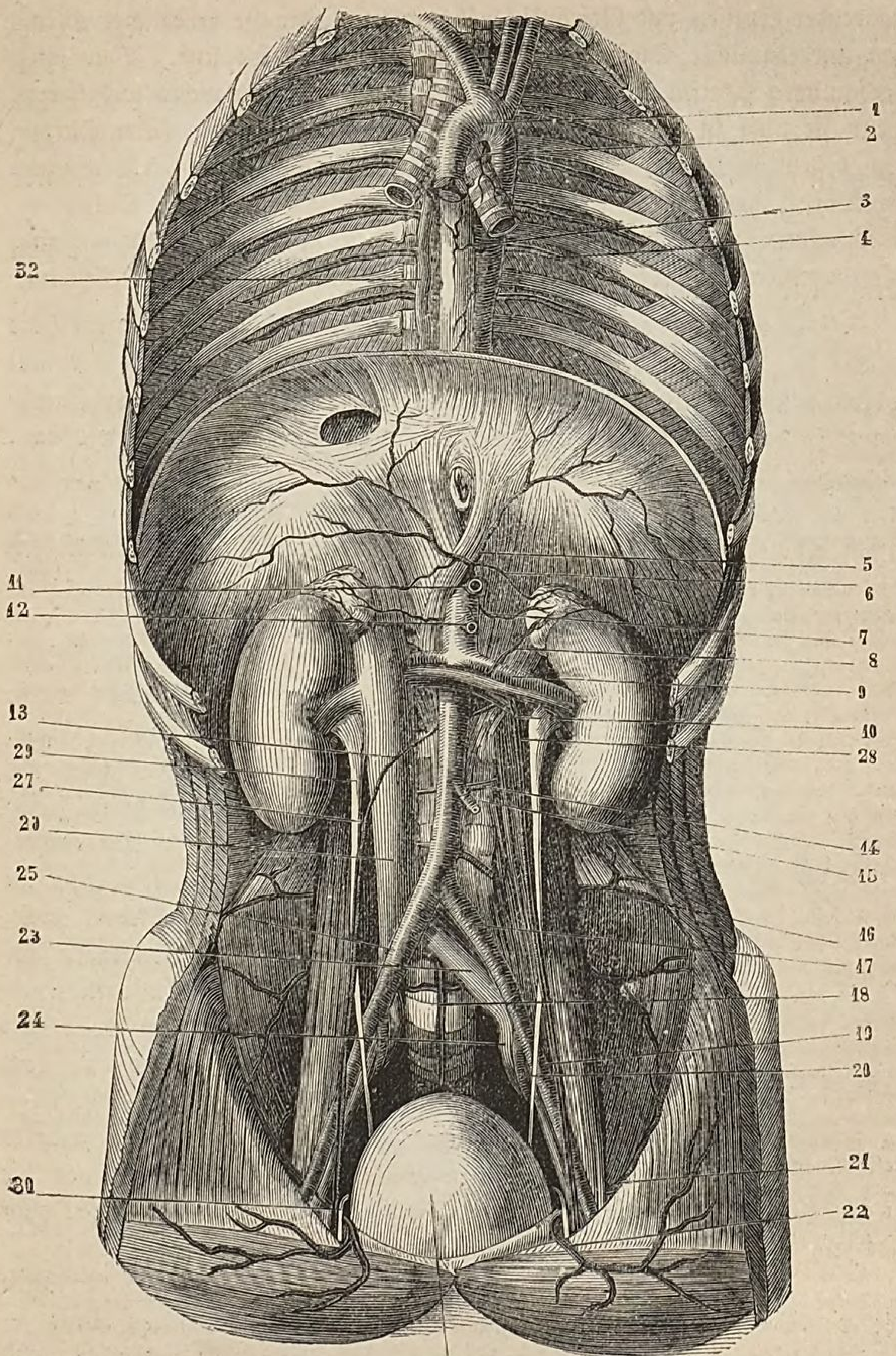

1
2
3
4
32
5
11
6
12
7
8
9
13
10
29
28
27
20
14
15
25
16
23
17
18
24
19
20
21
30
22
31

Fig. 216.

Epithelialzellen, Gallenharze, Fett ꝛc.). Fast der achte Theil des Darmkothes besteht aus Bestandtheilen und Absonderungen unseres eigenen Körpers, welche die Darmentleerung uns entführt und welche wir durch Speise und Trank wiederum ersetzen müssen. Es findet also auch in „Einnahme" und „Ausgabe" ein mit der Wage nachweisbarer „Stoffwechsel" statt.

In noch höherem Grade ist dies der Fall beim „Urin", welcher von den Nieren abgesondert wird.

Die Nieren haben fast die Form einer Bohne. Sie liegen (wie Tafel I. „Die Lage der innern Organe" zeigt) zu beiden Seiten der drei obersten Lendenwirbel, unter dem Zwerchfelle, hinter dem Sacke der Bauchhaut (so daß diese sie nicht umkleidet), von einer faserigen Bindegewebshaut umzogen; nach oben befindet sich neben jeder Niere die „Neben-Niere", ein an Nerven und Ganglien sehr reiches Organ, dessen Verrichtung noch nicht genau bekannt ist. Beide werden von einer Anhäufung von Fett (in ähnlicher Weise wie das Auge) rings umgeben und dadurch vor Erschütterungen, wie vor Stoß und Druck, geschützt.

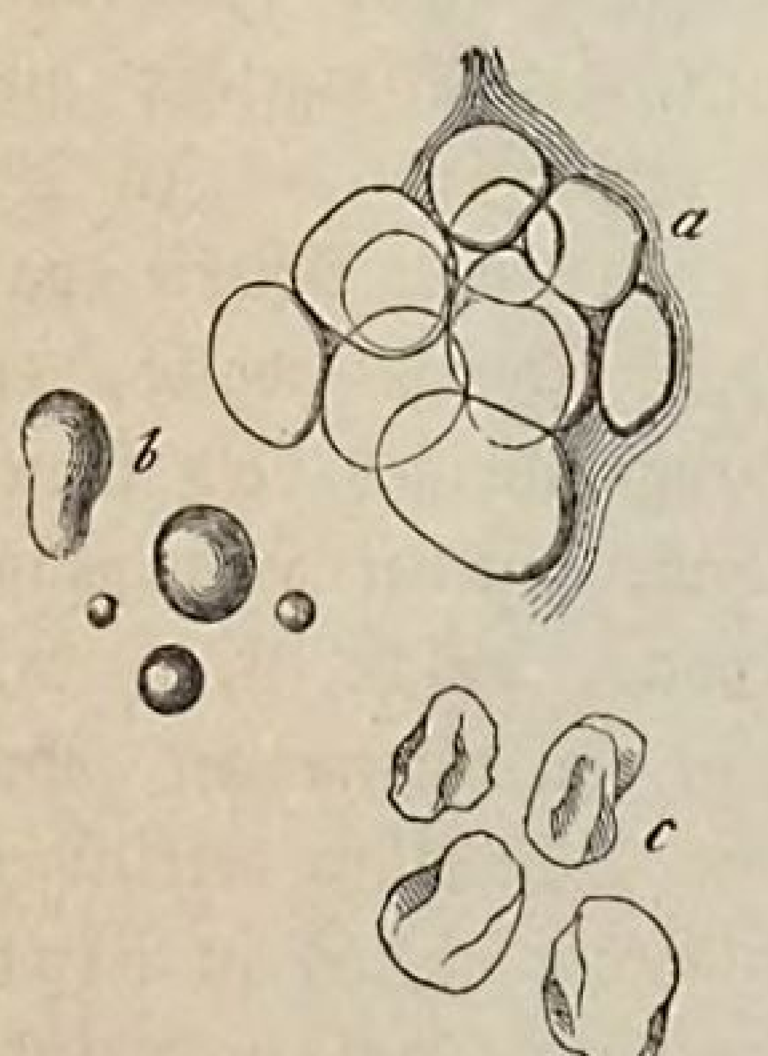


Fig. 217. Fettzellen des Menschen.

a Fettzellen vollständig mit Fett erfüllt, gruppenweise beisammen und über einander liegend. — b Freie Fetttropfen, aus den verletzten Zellen ausgelaufen. — c Leere Hüllen der Zellen.

Das Fettgewebe besteht aus kleinen runden Zellen, wie sehr kleinen Blasen, welche mit Fett erfüllt dicht neben einander liegen. Sie platten sich zum Theil neben einander ab, zum Theil verbleiben sie rund, wenn wässerige Feuchtigkeit die Zwischenräume zwischen mehreren Zellen ausfüllt und dadurch die gegenseitige Abplattung verhindert. Man erkennt leicht, daß eine Anhäufung von vielen Tausenden sehr weicher, kleiner Blasen, welche mit flüssigem Fett erfüllt sind, jeden Stoß, jeden Druck aufheben und vertheilen müsse, ohne daß dem darunter liegenden Organe ein Leid geschieht, — in ähnlicher Weise, wie man in belagerten Festungen Säcke mit Federn gefüllt vor die Mauern hing, um Kugeln aufzufangen und von den Mauern abzuhalten.

Die Einbiegung am „innern" Rande jeder Niere — also auf der gegen die Wirbelsäule gerichteten Seite — ist diejenige Stelle, an welcher die Blutgefäße ein- und austreten, und

an welcher auch die Lymphgefäße, sowie der Harnleiter die Niere verlassen. „Harnleiter" nennt man zwei lange, dünne, häutige Röhren, in denen der Urin aus der Niere herabrinnt bis in die „Harnblase", in welch letztere die Harnleiter einmünden.

An jener Stelle der Niere ist der enge Harnleiter trichterförmig erweitert, und in seiner Oeffnung ragen 8 bis 15 längliche spitze Körper herein: die „Nieren-Pyramiden", welche ungefähr in drei Reihen neben einander stehen. Diese Pyramiden enthalten die eigentlichen Ausführungsöffnungen der Nierendrüse; jede Pyramide besteht nämlich aus einem Bündel feiner Ausführungsgänge der harnabsondernden Nierenschläuche, und faßt dieselben zu einer gemeinsamen Hervorragung zusammen in ähnlicher Weise, wie die Brustwarze aus einem Bündel feiner Ausführungsgänge der milchabsondernden Brustdrüse besteht.

Verfolgen wir nun die Entstehung des Urins, wie er aus dem Blute in die Niere abgesondert wird und aus dieser in die Harnblase gelangt.

Wir sehen in Fig. 218 eine vereinfachte Darstellung des ziemlich verwickelten Baues der Nieren und werden mit Hülfe dieser Zeichnung die Architektur dieser Drüse, sowie die Verhältnisse der Blutgefäße und Harnkanälchen zu einander leichter zu erkennen vermögen. — In der Mitte der Zeichnung erblicken wir (1) eine Pulsader oder Arterie (das heißt nur ein Stück derselben), welche verschiedene Zweige abgibt, — theils (2) nach oben, wo sie sofort ein dichtes, engmaschiges Netz feiner Haargefäße bilden, theils nach unten in Form langer, feiner Haargefäßschleifen, theils endlich starke Zweige (3) nach oben, welche (4, 4) mit runden Kugeln in Verbindung stehen, in denen sie sich verzweigen, und aus denen wieder Haargefäße heraustreten; — diese Blutgefäße vereinigen sich dann am Ende des Netzes wieder in größere Gefäße (5, 5) in Blutadern oder Venen, welche die Niere verlassen, und welche das in dieselbe hineingeflossene Blut wiederum aus ihr heraus und in den allgemeinen Kreislauf leiten.

Das Blut „kreist" also im Innern der Niere; das heißt, es fließt durch die „Pulsadern" hinein, vereinigt sich in feinen „Haargefäßnetzen" (mit kleinen und mit langen Maschen) und verläßt in den „Blutadern" die Niere wieder.

Auf diesem Kreislaufe kommt es aber an einigen Stellen mit kleinen runden Hohlkugeln, aus Haut bestehend, in Berührung. In diesen Hohl-

kugeln verbreitet es sich, indem das eintretende Gefäß sich in viele Aestchen wie in eine kleine Quaste zertheilt, — und aus diesen einzelnen Aestchen

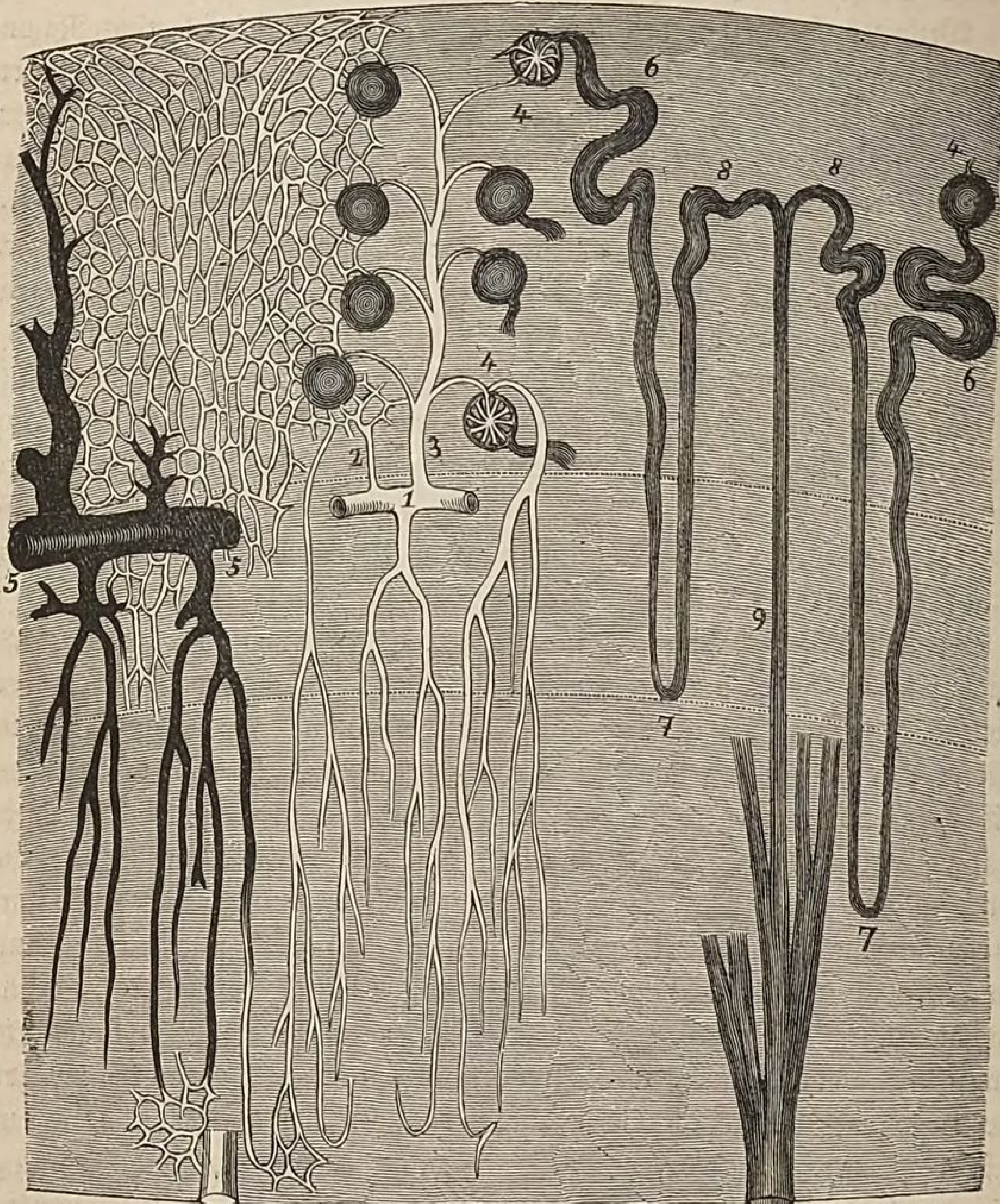


Fig. 218. Vereinfachte Darstellung der Niere, die Verhältnisse der Blutgefäße und der Harnkanälchen zeigend.

bildet sich wiederum ein einziges kleines Gefäß, welches die Hohlkugel verläßt. In möglichst einfacher Weise ist diese Anordnung der Blutgefäße

in den beiden mit 4 bezeichneten Kugeln zur Ansicht gebracht. Innerhalb dieser Hohlkugeln aus dünner Haut verläßt der Urin das Blut: indem Wasser und die dem Urin eigenthümlichen, in diesem Wasser gelösten Stoffe in den Hohlraum der Kugel hinein filtriren.

Weil die feinen Blutgefäße im Innern der Hohlkugel nicht Raum haben, gerade neben einander zu liegen, wie die einzelnen Fäden einer Quaste, sondern weil sie vielfach geschlängelt in engen Raum hineingepreßt sind, werden sie „Knäuelchen" (Glomeruli) genannt und verdienen in der That dem äußeren Ansehen nach diesen Namen. Die vielfachen Krümmungen dieser Haargefäße haben außerdem den Nutzen, daß das Blut sehr langsam in ihnen fließen muß, und mithin Zeit und Gelegenheit gegeben ist, um reichlich aus demselben Stoffe heraustreten zu lassen.

Der so gebildete „Urin", — welcher aus dem Blute durch die dünnen Wände der Haargefäße in die kleinen Hohlkugeln filtert — kann in jenen Hohlkugeln sich nicht ansammeln, weil dafür kein Raum vorhanden ist, sondern fließt weiter in den Röhren, welche mit diesen Kugeln in Verbindung stehen: den Harnkanälchen, oder, wie man sie auch genannt hat, den „Sammelröhren".

Die Harnkanälchen, in denen sich der von den Blutgefäß-Knäuelchen in den Hohlkugeln abgesonderte Harn ansammelt, verlaufen nicht in gerader Richtung in der Niere, sondern vielfach geschlängelt. Zuerst gehen sie unmittelbar hinter den Hohlkugeln in kurzen Windungen vielfach hin und wider (Fig. 218, 6, 6), dann machen sie lange Schleifen nach unten gegen die Pyramiden hin (7, 7), steigen wieder in die Höhe, machen wieder zahlreiche kurze Windungen (8, 8), von denen auf unserer vereinfachten Zeichnung nur wenige angedeutet sind, und gehen dann herab in gerader Richtung (9), verbinden sich nahe am Ausführungspunkte unter spitzen Winkeln mit mehreren andern Harnkanälchen, welche den gleichen entsprechenden Verlauf von den „Glomerulis" her genommen hatten, und münden endlich an den Spitzen der Nierenpapillen oder den Pyramiden mit einer kleinen runden Oeffnung (10, 10). Auf ihrem langgestreckten geraden Verlaufe (7 und 9) werden die Harnkanälchen von den lang herabsteigenden Haargefäßschleifen begleitet; vielleicht wird auf dieser Strecke wieder ein oder der andere Stoff (z. B. Wasser) aus dem abgesonderten Harn in das Blut zurückgeschafft. — Man hat die Niere in drei Schichten zur bequemern Uebersicht eingetheilt und nennt diejenige Schicht, welche am meisten nach außen liegt, in

welcher Gefäßknäuel und Hohlkugeln, sowie die kurzen Windungen der Harnkanälchen sich befinden, die Rindenschicht, die darauf folgende, in welcher die Blutgefäße sich theilen und nach oben und unten Zweige abgeben, die Grenzschicht — und die am nächsten dem Nierenkelch gelegene, in welcher die länglichen Gefäßschleifen, die Vereinigungen der Harnkanälchen und die Nierenpyramiden sich befinden, die Markschicht. — Nach dieser Uebersicht an einer vereinfachten Darstellung wird nun die treu nach der Natur gezeichnete Tafel X. eines „Nierendurchschnittes“ leicht zu verstehen sein, und es genügt, wenn wir hinzufügen, daß der Schnitt durch die „Rindenschicht“ und „Grenzschicht“ geführt wurde und am untersten Theile ein wenig der „Markschicht“ noch getroffen hatte. Am obern Rande sieht man die der Niere eigenthümliche Ueberzugshaut durchschnitten.

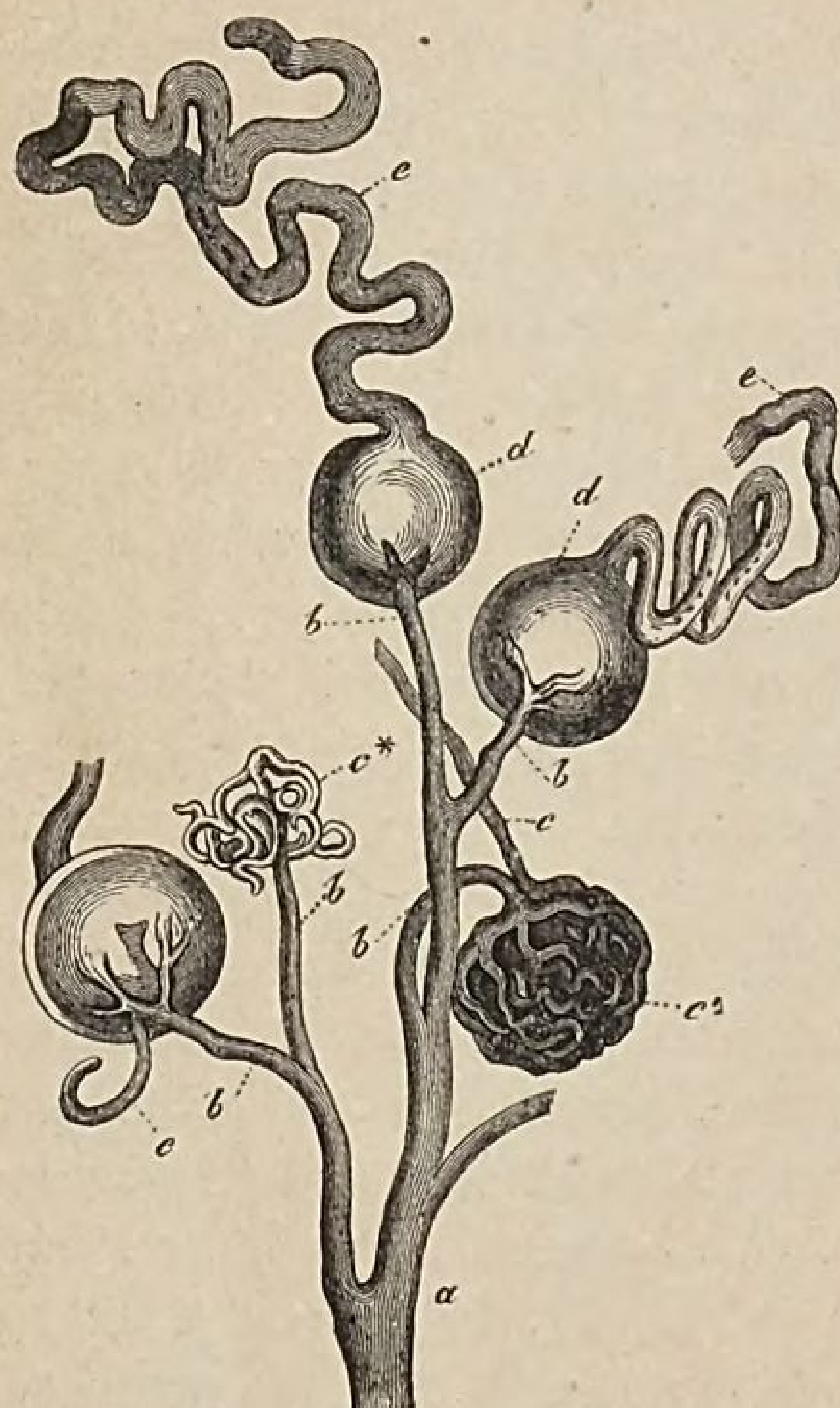
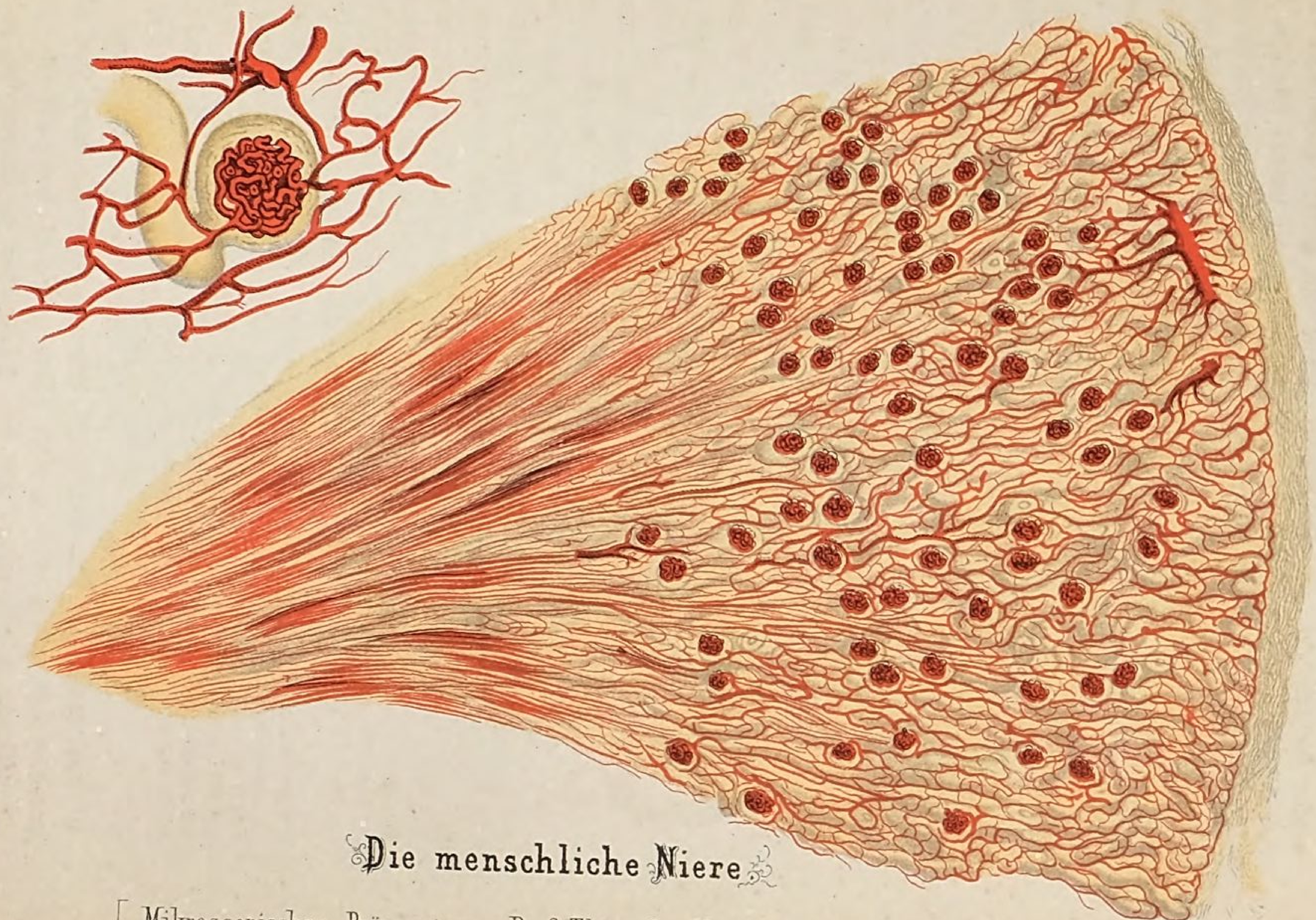


Fig. 219. Aus der Rindenschicht der menschlichen Niere: die Verbindung zwischen Blutgefäß und Harnkanälchen.

a Kleine Pulsader, — deren Zweige b, b, b in die „Knäuelchen“ oder Glomeruli hineintreten, sich daselbst c¹ verästeln, worauf eine kleine Vene c, c* das Blut wieder herausführt. — Die Knäuelchen sind umhüllt von d, d runden Kapseln oder Hohlkugeln aus Haut, welche in e, e gewundene Harnkanälchen übergehen.

Jede Nieren-Pyramide hat einige hundert Mündungen der Harnkanälchen (10, 10), aus denen der abgesonderte Harn in die Nierenkelche träufelt. Da aber jede Niere etwa 12 Pyramiden zählen läßt, so sind in jeder Niere auch Tausende derartiger Oeffnungen, und da wiederum jede Oeffnung von 10 und mehr als Sammelröhren dienenden Harnkanälchen den Urin ausführt, so haben wir in jeder Niere in die Zehntausend feiner, eigenthümlich geschlängelter, mit den Blutgefäßen in Verbindung stehen-



Die menschliche Niere

[Mikroscopisches Präparat von Prof. Thiersch – Vergrösserung 40 und 150.]

Nach der Natur gezeichnet von Schmiedel.

Stuttgart: K. Thienemanns Verlag.

der Harnkanälchen, welche die Absonderung des Urins unausgesetzt besorgen. —

Der Urin des gesunden Menschen ist eine klare, durchsichtige, gelb gefärbte Flüssigkeit, welche eigenthümlichen Geruch, bitter salzigen Geschmack hat und sich nach ihrem chemischen Verhalten als „sauer" erweist. — Von den Bestandtheilen macht das Wasser den Hauptheil aus (96 Procent); von den festen Stoffen sind besonders Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Magnesia und ein klein wenig Eisen vorhanden, welche sämmtlich mit Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure verbunden sind. Alle diese mineralischen Bestandtheile machen aber noch nicht die Hälfte der festen Stoffe (1 1/2 Procent) aus; der Hauptbestandtheil unter den festen Stoffen ist der Harnstoff (2 1/3 Procent), dem sich noch einige Stoffe zugesellen (Harnsäure, Hippursäure, Kreatin, Kreatinin, Extraktivstoffe, Farbstoffe). Der Harnstoff, sowie die meisten der mit ihm genannten Bestandtheile sind stickstoffhaltig und verlassen die Niere als Reste der im Stoffwechsel zersetzten stickstoffhaltigen Nährstoffe. Ob sie vorwiegend von diesen herstammen, also aus der genossenen „Nahrung", welche im Darme gelöst in das Blut übergegangen und in diesem zersetzt wurden, — oder ob sie einen weiteren Weg haben machen müssen und ehemals Theile der „Gewebe" unseres eigenen Körpers und seiner Organe waren, ist zur Zeit noch unentschieden. Im ersteren Falle würde die Speise nur aus dem Darme in das Blut gelangen und nach ihrer Zersetzung aus dem Blute in den Urin abgeschieden werden; im zweiten Falle dagegen müßte jede von uns genossene stickstoffhaltige Speise (Faserstoff, Eiweiß, Käsestoff), nachdem sie in das Blut aufgenommen, erst an das Organ, besonders an die Muskeln und Nerven, zu deren Ernährung abgegeben werden, und dann erst, nachdem sie ein Theil unseres Selbst geworden ist, würde sie in das Blut zurücktreten und aus diesem abgesondert werden. — Für beide einander entgegengesetzte Meinungen sind in den letzten Jahren bedeutende Forscher in die Schranken getreten. Uns scheint die Wahrheit in der Mitte zu liegen. Von den genossenen stickstoffhaltigen Bestandtheilen geht ein Theil an die Organe, ernährt diese, und was beim Gebrauche der Organe unbrauchbar wird, gelangt in das Blut und wird als Harnstoff abgeschieden; aber ein nicht geringer Theil der reichlich genossenen stickstoffhaltigen Nahrung dürfte auch im Blute selbst zersetzt werden. (Wir nennen zum Beweise nur eine Thatsache: Muskelbewegungen vermehren den Harnstoff nicht wesentlich; — dagegen steigert ihn stickstoffhaltige Nahrung, — doch nur bis zu einer gewissen Grenze.)

Außer den genannten gewöhnlich und regelmäßig im Urin vorhandenen Bestandtheilen finden sich seltener noch eine Menge anderer vor, wie Milchsäure, Oxalsäure, Fett, Traubenzucker, Eiweiß 2c. Die beiden letztern zeigen sich in Krankheiten, kommen aber auch bei ganz gesunden Personen vor. Es genügt, daß Jemand einmal sehr große Mengen Zuckers genossen hat (z. B. verzogene Kinder um Weihnachten), oder daß er eine überreichliche Mahlzeit zu sich genommen (z. B. Erwachsene bei Zweckessen und Wurstschmäusen), um am andern Tage Zucker oder Eiweiß im Harne finden zu lassen. — Endlich kommen noch verschiedene Luftarten vor, nämlich Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff, welche ebenfalls vom Blute abgeschieden werden. —

Die Menge des abgesonderten Harnes ist sehr veränderlich und hängt besonders von der Absonderung des Wassers ab. Ein Erwachsener von etwa 140 Pfunden Körpergewicht liefert täglich 2 bis 3 Pfund Urin. Die Menge kann aber auch viel geringer sein, wenn viel Wasser abgeschieden wird durch die Haut (beim Schwitzen, in heißer Jahreszeit, auf Märschen), durch die Lungen (auf Märschen, bei sehr trockenem Wetter, bei anhaltendem Sprechen), und durch den Darm (bei Durchfall); umgekehrt kann sehr viel Wasser von der Niere abgeschieden werden, wenn viel Getränk aufgenommen wurde, z. B. nach salziger, Durst machender, zum Trinken anregender Nahrung. Der Kochsalzgehalt des Harnes vermehrt sich, je nachdem man mehr oder weniger Kochsalz in den Speisen genießt; allein ißt man sehr wenig Kochsalz, so nimmt die Ausscheidung nicht in gleicher Menge ab, und entfernt man das Kochsalz gänzlich aus den Speisen tagelang, so wird nichts desto weniger immer noch Kochsalz im Urin abgeschieden, so daß hieraus hervorgeht: Unser Organismus vermag aus seinem Blute und seinen Geweben Kochsalz an den Harn abzugeben. Wenn man dagegen die Einfuhr des Kochsalzes in den Körper steigert, so nimmt zwar auch der Kochsalzgehalt des Harnes zu, allein wiederum nicht in gleichem Grade, so daß hieraus hervorgeht: Es kann Kochsalz in den Geweben des Körpers niedergelegt werden, der Gehalt unseres Körpers an Kochsalz kann sich vermehren.

Man sieht hieraus, daß der Absonderungsvorgang in der Niere nicht in einem einfachen mechanischen Durchfiltriren durch die Gefäßhäute in die Hohlkugeln der Harnkanäle besteht, — wenn auch der Vorgang mit den Filtern große Aehnlichkeit hat, weil die Menge der Absonderung steigt und sich mindert, je nachdem sich der „Druck" im Innern des

Blutes steigert oder mindert (auf den Blutdruck kommen wir später zu sprechen), und weil die im Harn enthaltenen Stoffe nicht erst in der Niere gebildet werden, sondern schon im Blute sämmtlich enthalten sind. Allein unsere Nieren üben doch eine gewisse Thätigkeit aus, wenigstens auf die Anziehung der im Blute vorhandenen Stoffe; vielleicht erfahren auch einzelne der abzusondernden Stoffe noch innerhalb der Niere ihre letzte Zersetzung, d. h. Umwandlung. (So wird wahrscheinlich ein Theil des Harnstoffes innerhalb der Niere zu Harnsäure umgewandelt und als solche ausgeschieden.)

Der aus dem Blute mittelst der „Glomeruli" in den Hohlkugeln abfiltrirte Harn, welcher sich in den Harnkanälchen ansammelt, aus deren Mündungen in dem Nierenkelche zusammenfließt, wird in der langen dünnen Röhre des Harnleiters hinabgeführt in die Harnblase, als in einen Aufbewahrungsbehälter. Soll er entleert werden, so geschieht dies theils durch Zusammenziehung der auf der Harnblase verlaufenden Muskeln (in deren Zusammenziehung der Drang zum Uriniren besteht), theils mit Hülfe der „Bauchpresse" (S. 539).

Der Harn kann nicht wieder aus der Harnblase zurück in die Nieren gelangen, weil die Harnleiter die Wand der Harnblase in schräger Richtung durchbohren, so daß ihre Haut ihnen zugleich als „Ventil" dient. Wol aber kann der in der Harnblase angesammelte Harn seine Beschaffenheit verändern: einestheils indem Wasser des Harnes zurücktritt in das Blut, das heißt, von den Blutgefäßen der Harnblase aufgesogen wird; dies findet namentlich statt, wenn die Absonderung des Schweißes gesteigert wird (z. B. bei Einwickelungen des Körpers in nasse Tücher); — anderentheils können auch die festen Bestandtheile des Harnes in geringer Menge wieder vom Blute aufgesogen werden. —

Wir haben nun den Eintritt der Speisen und Getränke in den Körper, das Niederschlucken beider, ihre Verdauung im Magen, ihre schließliche Entleerung durch den Darm, sowie als Schweiß und Urin verfolgt. Wir sahen, daß sehr verschiedene Stoffe gegessen und getrunken werden; wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit dem verschiedenen Einflusse dieser Stoffe zu, indem wir aus ihrem Einflusse auf den menschlichen Organismus die richtige Auswahl der Nahrungsmittel ableiten.

Auswahl der Speisen.

[„Panem et Circenses!“ — Circenses et panis. — Nahrungsmittel und Nahrungsstoffe. — Aeußerer und intermediärer Stoffwechsel. — Nährstoffe: 1. eiweißartige, — 2. kohlenstoffige, — 3. Fette, — 4. Wasser, — 5. Mineralstoffe, — 6. Luft, — 7. unverdauliche Stoffe, — 8. Gewürz, — 9. Sparmittel. — Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe und Speisen, und Zeit der Verdauung. — Auswahl der Speisen: A. Nach den chemischen Bestandtheilen; — B. Nach der Form. — C. Nach dem Geschmack. — Rückblick. — Bedeutung für Heilkunde und Staat.]

„Wer trinkt ohne Durst und ißt ohne Hunger,
stirbt desto junger.“
(Aus den Wartburg-Sprüchen.)

Das Volk des alten Roms forderte von den Imperatoren: „panem et circenses“ (Brod und Spiele). Belustigungen wollten die Bewohner der alten Weltstadt; aber sie schätzten die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses noch höher und räumten den ersten Rang der Bitte um das „tägliche Brod“ ein.

Die civilisirten Völker der Neuzeit werden vom Staate weder genährt, noch belustigt; — aber auch sie verbinden Brod und Spiele, Nahrung und Belustigung, mit einander, — wenn auch vielleicht vielfach unbewußt. Das Volk vermag keine anderen Auszeichnungen zu vertheilen, als daß es seinen Lieblingen Ehren-Namen gibt, und diese wählt es von seiner Lieblingsspeise. Seine Lieblinge sind die lustigen Personen „der Spiele“, — die, welche es erheitern, — welche „circenses“ liefern, — und denen gewährt das Volk den Namen einer Speise, wenn auch nicht gerade des Brodes.

Der Lustigmacher in Deutschland führt den Ehrentitel „Hans-Wurst"; — die nach altem deutschem Brauche aus Fleisch, Blut und Speck gemengte Wurstspeise war dem Volke so werth, daß es seinen Liebling nach ihr benannte. — Die seefahrenden Angelsachsen, von je auf den Fischfang vorzugsweise angewiesen, ertheilten demjenigen, der durch seine Possen sie lustig machte und erheiterte, den Namen „Pikel-Hering". — In Frankreich, wo die Kochkunst schon seit Jahrhunderten sich berühmt gemacht durch eigenthümliche Speisen in flüssiger Form, führt dieser Eigenthümlichkeit der Volksgerichte entsprechend die komische Person den Titel „Jean Potage" (Hans Suppe). — In Italien, dem Vaterlande der komischen Pantomime, heißt der Hauptlustigmacher „Pulcinella" (abgeleitet von Pulcinello, das Hühnchen), welcher mit einem Höcker nach vorn und einem nach hinten die vorstehende magere Hühnerbrust andeutet, während das Wort „Pulcino" (junges Huhn) in Italien den Nebenbegriff der Thorheit und geistigen Unreife hat, ähnlich wie unser deutsches „Kücken", „Puttchen". — Der „Arlequino" der Pantomime bedeutet wörtlich in der Volkssprache „der Feinschmecker"*) und Arlotto (Vielfraß) nimmt sogar in „Piovano Arlotto" für Italien die Stelle unseres deutschen „Eulenspiegel" (Piovano bedeutet gleichzeitig Regenwasser und Landgeistlicher). — Der komische Held der neuern italienischen Oper, der „Buffo", trägt seinen Namen vom Weinschlauche und einer kurzhalsigen dickbauchigen Flasche, wäre also wörtlich mit „Bocksbeutel" zu übersetzen. — Nicht minder finden sich in allen neuern Sprachen sprichwörtliche Redensarten, welche von den Speisen abgeleitet sind, vom Einbrocken und Ausessen der „Prügelsuppe" bis zum Tadel der „wässerigen Rede", welche letztere der Italiener mit dem von seiner Lieblingsspeise ablaufenden dünnen Wasser vergleicht; „che l'acqua de maccheroni", — während das deutsche: „klar wie Klosbrühe" die Durchsichtigkeit des Wassers und der Rede zusammenstellt. —

Die Volkssprache hält sich bei allen derartigen Bezeichnungen an das Aeußerliche. Deßhalb hat sie nur dessen erwähnt, was seiner äußern Form nach dem Volke wichtig erschien: der Nahrungsmittel. Allein nicht das Nahrungsmittel ist es, welches dem Naturbedürfnisse des Menschen oder Thieres entspricht, sondern es sind die Nahrungsstoffe, deren mehrere in jedem Nahrungsmittel sich vereinigt finden.

*) Ar Lechino war zuerst der Theatername des armen melancholischen Lustigmachers Domenico Biancolelli.

Die Nährstoffe sind die eigentlichen Bausteine des Stoffwechsels sowol jenes, der in Einnahme und Ausgabe besteht, — als desjenigen, den man den „intermediären" nennt und welcher innerhalb der Organe unseres Körpers, hauptsächlich zwischen Darm, Blut und Drüsen vor sich geht.

Der intermediäre Stoffwechsel zerfällt, wie früher schon erwähnt, in zwei große Hälften; die eine gebraucht eine größere Menge Stoffes und darf selbst auf kurze Zeit nicht unterbrochen werden, ohne unser Leben zu gefährden: derjenige Stoffwechsel, der zur Erhaltung der einzelnen Organe und mithin des ganzen Körpers und des Lebens dient; — die andere Abtheilung der Thätigkeit, welche durch den Umsatz der Stoffe im Innern des lebenden Körpers zu Stande kommt, ist die Verwendung der Nährstoffe zum Wachsthum, zur Neubildung und Wiederherstellung der verloren gegangenen Körpergewebe. Dieser Theil des Stoffwechsels stellt gleichsam die „Ersparniß" dar, welche der Körper zurücklegt für künftige Zeiten, für etwaige Beeinträchtigungen seines Bestehens; dagegen entspricht der zwischen Ausgabe und Einnahme stattfindende „erhaltende" Stoffwechsel vielmehr dem Betriebskapital eines kaufmännischen Geschäftes; auf ihm beruht das Geschäft, und immer von neuem muß das Betriebskapital umgesetzt werden, denn darin besteht des Geschäftes Thätigkeit. Beim raschen Umsatz aber ergibt sich Gewinn, aus dem wiederholten Gewinne ergibt sich Ersparniß. Die Ersparnisse werden angegriffen in den Zeiten der Noth; deßhalb ist es nothwendig, daß zum Ueberstehen dieser Zeiten Ersparnisse vorhanden seien. Hieraus folgt als allgemeine Regel: daß eine reichlich genügende Zufuhr an Nährstoffen unserem Organismus Bedürfniß ist. Das Uebermaß ruft Krankheit hervor, aber ein allzu kärgliches Maß schädigt die Widerstandsfähigkeit. —

Mustern wir nun die Reihe der Nährstoffe, indem wir sie nach ihrer Uebereinstimmung in Gruppen stellen.

1. Zunächst sind zu nennen die eiweißartigen Nährstoffe, wie sie im Eiweiß und Eigelb, im Käse, im Fleische sich finden. Sie sind für Bildung neuer Formbestandtheile unseres Körpers von größter Wichtigkeit und zeichnen sich vor andern durch leichtere Zersetzbarkeit aus; vermöge dieses Umstandes sind sie für den Umsatz der Stoffe vorzüglich geeignet. Sie finden sich in größter Menge in denjenigen Organen unseres Leibes, welche beim Leben am lebhaftesten in Thätigkeit treten und welche daher am meisten bei ihrer Verrichtung in den einzelnen

Theilen zersetzt und verbraucht werden. Dies sind **Blut**, **Gehirn**, **Nerven**, **Muskeln**. Sowol das Eiweiß der Eier, als der Käsestoff der Milch und der Faserstoff des Fleisches bestehen aus je vier chemischen Elementarstoffen, nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, und werden, weil sie den letztern enthalten, die stickstoffhaltigen Nährstoffe genannt, während die nächste Gruppe nur aus den drei erstgenannten Elementarstoffen zusammengesetzt ist und daher auch den Namen der stickstofflosen trägt.

2. **Stärkemehl**, **Zucker** und zum Theil auch **Säuren** sind diejenigen Nährstoffe, welche man die „stickstofflosen", auch wohl als „**kohlenstoffigen**" bezeichnet, da man ihnen vorwiegend den Nutzen der Wärmeerzeugung zuschreibt. Bei ihrer Zersetzung im Blute, während sie in einzelne Bestandtheile zerlegt, in andere Formen umgewandelt werden, wird so viel Wärme frei, daß dadurch unser Körper auch in kalter Umgebung die ihm nothwendige Eigenwärme zu erhalten vermag. Deßhalb ist das Bedürfniß nach diesen Nährstoffen um so größer, je stärker die Abkühlung des Körpers ist. Der größte Theil der eiweißartigen Nährstoffe wird allmälig in unserem Körper so verändert, daß er gänzlich verbraucht wird und daher nur durch unsern Körper hindurchgeht und ihn als „Harnstoff" verläßt; ein Theil derselben aber, der zum Aufbaue der Organe dient, der als Ersparniß angelegt wird, bleibt im Körper. Vom Stärkemehl und Zucker dagegen verbleibt wol nur unter ganz besonderen Verhältnissen Etwas dauernd im Körper; sie nützen recht eigentlich durch ihren Verbrauch, sind wahre Märtyrer, die sich zum Opfer bringen, die in allen ihren Eigenthümlichkeiten, in ihrer Gestalt, in ihrer chemischen Mischung gänzlich durch Umbildung ihre bisherige Eigenthümlichkeit verlieren.

3. Die **Fette** gehören ebenfalls zu den „kohlenstoffigen" Nährmitteln, scheinen aber in vieler Beziehung andere Einwirkungen für uns zu haben. Allerdings vermag unser Körper aus Stärkemehl und aus Zucker durch eigene Thätigkeit Fett zu gestalten; aber die Menge des Fettes, welche er aus jenen Nährstoffen sich aufbaut, reicht für seine Bedürfnisse nicht aus. Wenn man Thieren eine an Stärkemehl und Zucker reiche, aber des Fettes vollständig entbehrende Nahrung gibt, so scheinen die Thiere sich nicht gerade unwohl zu fühlen, ihr Appetit und ihre Verdauung bleiben ungestört, aber fett werden sie auf diese Weise nicht. Hat man sie wochenlang mit solcher Nahrung gefüttert, ohne daß sie an Gewicht zugenommen

haben, und setzt dann etwas Fett der Nahrung zu, so werden sie bald darauf in der Massenzunahme ihres Körpers den Beweis uns liefern, daß sie nun erst richtig ernährt worden sind. Das Fett ist nicht nur ein im Körper verbleibender Nährstoff, welcher auch im Bindegewebe unter der Haut, im Netz und Gekröse der Baucheingeweide, in der innern Markhöhle der Knochen und anderwärts als ein gesparter Nährstoff wie in Speisekammern für künftige Hungerzeiten niedergelegt wird, sondern es zersetzt sich auch gleich dem Stärkemehl im Körper und trägt in achtmal höherem Grade als dieses zur Erwärmung des Körpers bei; es nützt dem Magen bei seiner Arbeit, so daß er bei Anwesenheit des Fettes im Speisebrei die eiweißartigen Nährstoffe schneller umwandeln kann, als wenn das Fett fehlt, und es macht endlich den Speisebrei glatt und schlüpfrig, erleichtert also unserem Magen und Darm den mechanischen Theil seiner Verdauungsarbeit.

4. Zu diesen drei Gruppen gesellt sich ein Nährstoff, welcher gleich dem Fette wichtig und werthvoll genug ist, um allein genannt zu werden: das Wasser. Alles Wasser, welches wir trinken, verbleibt längere Zeit in unserem Körper, wird zu einem Bestandtheile desselben; nicht weniger als drei Viertheile des Gewichtes eines lebenden Menschen bestehen aus Wasser. Wol mag in Beziehung auf leblose Gegenstände das Wasser „der Zahn der Zeit" genannt werden, weil wechselsweise Benetzung mit Wasser und nachfolgende Austrocknung oder im Winter Frost und Aufthauen allmälig die Zerstörung auch der dauerhaftesten Gegenstände bewirkt; allein ungleich mehr ist das Wasser ein „Blut des Weltalls", denn wo wir hinsehen, geht keine Ernährung vor sich, kann nichts Lebendiges bestehen ohne Wasser. Wenn in der Wüste eine Oase sich findet, so hat das Wasser das Grün hervorgerufen, — wenn nährende Stoffe im lebenden Körper der Pflanzen, Thiere und Menschen in den Stoffwechsel eintreten sollen, so muß das Wasser ihr Verbündeter sein; und unheilbar werden an sich geringfügige Krankheitszustände bei denjenigen Personen, welche thörichter Weise zu wenig Wasser zu sich nehmen. Wir führen es freilich unter sehr verschiedenen Namen und Formen, als Suppe, Milch, Bier, Wein, Kaffee, Thee, Limonade in unsern Körper ein; aber bei allen diesen Getränken sind die festen Stoffe dem Gewichte nach nur in sehr geringer Menge vorhanden, und wenn auch nach den Beimischungen zum Wasser diese Getränke in „nährende", „berauschende" und „aufregende" unterschieden werden, so kommt doch die mit Stillschweigen über-

gangene Wirkung der Anfeuchtung und Durchfeuchtung der innern Organe mittelst Wasserzufuhr mindestens an Wichtigkeit derjenigen gleich, welche ihnen ihren eigenthümlichen Namen gegeben hat.

5. In Form und Wirkung dem Wasser entgegengesetzt sind jene Nährstoffe, welche man die anorganischen, die mineralischen, auch wol die Salze genannt hat. Die meisten Leser werden sich hierbei nur des Kochsalzes erinnern wegen seiner Eigenthümlichkeit als Würze der Speisen; weniger bekannt und beachtet sind die Alkalien, welche doch für unsern Körper eine ebenso wichtige, wenn nicht viel wichtigere Rolle spielen als das Kochsalz. Denn wie das Wasser die unlöslichen Stoffe flüssig macht und flüssig erhält, so werden gewisse gerinnbare Stoffe, welche die Neigung haben, in unauflöslichen Zustand überzugehen, in auflöslicher Form erhalten mittelst der Alkalien; dies ist sowol in unserm Blute, als in der Milch mit gewissen eiweißartigen Bestandtheilen der Fall. Fügt man eine „Säure" (Magensäure oder Lab, Essig, die in der Milch beim Sauerwerden derselben aus Milchzucker sich bildende Milchsäure u. s. w.) der Milch zu, so gerinnt die Milch, das heißt, das in der Milch enthaltene Alkali: Natron verbindet sich mit der Säure, tritt folglich vom Käsestoff weg und übt auf diesen seine Macht nicht mehr aus, so daß der Käsestoff in seinen unlöslichen geronnenen Zustand übergeht.

Manche Nahrungsmittel verdanken ihre uns werthvollen Eigenschaften nur ihrem Gehalte an Mineralstoffen. So ist in jüngster Zeit nachgewiesen worden, daß der aus überseeischen Ländern zu uns eingeführte (Liebig'sche) „Fleischextrakt" wesentlich durch Mineralstoffe, namentlich durch seinen Gehalt an Kali, anregt und kräftigt, wenn auch die übrigen in ihm enthaltenen Bestandtheile nicht für werthlos geachtet werden dürfen. Für Genesende ist der Fleischextrakt ein unschätzbares Nährmittel, und der Genuß von 1/6 bis 1/4 Loth täglich (in 1—2 Tassen Fleischbrühe mit 1 oder 2 rohen Eiern, sowol dem Eiweiß, als dem Eigelb) ist eines der besten und am schnellsten kräftigenden Mittel, welches man kennt. In zu großer Menge wirkt es schädlich.

Durch die ganze Natur verbreitet, immer in unseren Nahrungsmitteln vorhanden und, wenn diese richtig gemischt sind, auch in gehöriger Menge vorhanden, haben wir für gewöhnlich nicht das Bedürfniß, nach den „Mineralstoffen" besonders zu fahnden, — es sei denn, daß wir eine sehr starke, mehlreiche oder sehr fettreiche Nahrung zu uns nehmen; in

beiden Fällen werden wir instinktmäßig mehr als gewöhnlich Kochsalz den Speisen zufügen, um unsern Verdauungsorganen ihre Arbeit zu erleichtern. Personen, welche bleich, arm an Blut sind, bedürfen namentlich in jugendlichem Alter für ihren schlecht ernährten Körper der Kalksalze dringend zum Aufbau ihrer Knochen und Zähne, zur Beförderung anderweiter Ernährungsvorgänge; mit wahrer Leidenschaft verzehren sie dann Kreide und versichern, daß dieselbe ihnen wohlschmeckend sei, während gesunde, reichlich genährte Personen diese Wahrnehmung nicht zu machen vermögen.

6. Der am allgemeinsten verbreitete Nährstoff ist die Luft, deren Sauerstoff in unserem Blute den Umsatz der anderen Nährstoffe zu Stande bringt und sowol bei der Erwärmung als bei der Neubildung unentbehrlich ist. Es kann kein Leben bestehen ohne Sauerstoff, ja nicht einmal Fäulniß und Verwesung kommen ohne ihn zu Stande. Das Märchen erzählt von Kröten, welche angeblich Jahrhunderte lang in Stein eingeschlossen gelebt hätten. Gelebt? Man dichtete ihnen nur ein thatenloses Traumleben an, wie den Kaiser Friedrich Rothbart die Sage im Kyffhäuser schlafen läßt; allein nicht einmal ein solches Scheindasein ist möglich ohne Sauerstoff, denn gerade während der Schlafzeit bedürfen wir desselben am meisten, und Derjenige bestiehlt sich an Lebenszeit, der nicht für gute Lebensluft in seinem Schlafgemache sorgt. Im Wachen und im Schlafe bedürfen wir der Luft; wo That, wo Leben, wo Gedanke ist, da wirkt der Sauerstoff. —

Aller dieser sechs Gruppen der Nährstoffe bedürfen wir unausgesetzt tagtäglich, bei jeder Mahlzeit; von ihnen muß in richtiger Mischung so viel, als der zwanzigste Theil unseres Körpergewichts beträgt (also 5 Procent) Tag für Tag in unsern Körper eingeführt werden, damit der Umsatz der Stoffe zu Stande kommt. Der Verbrauch dieses Zwanzigstels seines Gewichtes ist in Bausch und Bogen ausgesprochen das unentbehrlichste Naturbedürfniß, das Wenigste und geringste Maß, welches unsere verdauenden und blutbildenden Organe in Bezug auf die Speisemenge erhalten müssen.

7. Wir genießen aber auch täglich unverdauliche Stoffe, — solche, die uns nicht nähren und welche mit geringer Umänderung oder ohne eine jede unsern Körper wiederum verlassen. Wir wählen uns theils derartige Speisen absichtlich und genießen viele derselben ihres Geschmackes oder Geruches wegen mit großem Behagen, theils sind sie in den Speisen mit

den übrigen Nährstoffen gemengt, so daß wir ohne unsern Willen und unser Zuthun sie einführen. Zu diesen letzteren gehört der Leim, welcher durch längeres Kochen in Wasser aus dem Bindegewebe, den Sehnen, Häuten und Knochen sich bildet und in der Fleischbrühe immer einen Hauptbestandtheil ausmacht. Den Beweis, daß der Leim zur Ernährung und zum Aufbau des Körpers nicht nothwendig ist, finden wir darin, daß er in der Milch fehlt; gerade zu einer Zeit, wo der Körper des Kindes und jungen Thieres am lebhaftesten wächst, am bedeutendsten in seinem Gewicht zunimmt, wo alle Organe massenhaft sich bilden, gerade da fehlt ein Nährstoff? — Was dann fehlt, das kann kein Nährstoff sein. Hätte man vor einigen Jahrhunderten die chemische Mischung der Milch so genau gekannt, wie man sie heute kennt, so würde man nicht auf Irrthümer verfallen sein, welche Gutherzigkeit zur Tyrannei werden ließen und manchem armen Menschen Gesundheit, vielleicht auch das Leben kosteten. Die Vorgänge sind zu lehrreich, als daß man sie nicht zur Warnung für alle Diejenigen mittheilen sollte, welche geneigt sind, auf eine einzelne Thatsache hin weittragende Pläne und Systeme zu gründen.

Schon 1681 machte Papin, der Erfinder des nach ihm genannten Papin'schen Dampf-Kochtopfes, den Vorschlag, man solle Knochen in seinem Erhitzungsapparate ausziehen, um die gewonnene „Gallerte" (das heißt Leim), welche er für ein kräftiges Nahrungsmittel hielt, zur Ernährung der Kranken in Hospitälern und zur Verpflegung der Truppen zu verwenden. Das unglückliche Projekt wurde durch den glücklichen Witz eines Höflings in seiner Geburt erstickt; man hing den königlichen Hunden Bittschriften an den Hals, worin sie Seine Majestät ersuchten, er wolle ihnen ihre einzige Freude, die sie wirklich auf der Welt hätten, die Knochen, nicht verkümmern. Das rührte auch den Monarchen, und Papin's Vorschlag fiel in den Papierkorb. Etwa hundert Jahre später wurde von den bedeutendsten Gelehrten in Frankreich abermals der Vorschlag gemacht und diesmal leider mit allzu großer Eilfertigkeit auch ausgeführt, durch Knochengallerte, oder, wie man sie nun nannte, durch „Knochenbouillon" auf billige und wirksame Weise Arme und Kranke zu ernähren. Allein die Kranken wurden beim Genusse dieser Speisen von Tag zu Tag elender und starben endlich in den Krankenhäusern; die Armen magerten ab und verschmähten voll Widerwillen die Wohlthat der ihnen gelieferten, angeblich sehr nahrhaften Suppe. Dieses Verfahren, — anfangs für Undank

erklärt, — brachte doch wenigstens zum Nachdenken. Man ging nun erst auf den durch die Naturwissenschaft vorgezeichneten Weg des geregelten Versuches ein; man fütterte Thiere mit dieser Knochenbouillon, und es währte nicht lange, so verschmähten die Thiere diese Speise, und Hunde starben lieber Hungers, als daß sie sich ferner mit derselben ernährten, solchen Ekel zeigten sie dawider. Da stellte die französische Akademie es fest, daß die „Gallerte" der Knochen, der Leim, kein Nahrungsmittel sei. Hätte sie es doch auch für die gewöhnliche Suppe, wie sie noch heute in der Regel in den meisten Haushaltungen und Gastwirthschaften bereitet wird, zugleich erklärt und den Freunden dieser Speise begreiflich gemacht, daß sie in der That nichts Anderes genießen, als gesalzenes „Leimwasser" mit ein wenig Fett und Wurzeln.

Was vom thierischen Leime gilt, das gilt auch vom Gummi der Pflanzen. Auch der Pflanzenschleim wird durch unsere Verdauungsflüssigkeiten nur wenig oder nicht umgewandelt; er bewirkt zwar durch seine Anwesenheit die saure Gährung der Milch und vermag in geringer Menge Stärkemehl umzuwandeln, aber er scheint für unsern Verdauungskanal vollständig ohne Einfluß und ohne Wirkung zu sein. Gerade hierdurch ist das Gummi in der Heilkunde werthvoll, theils wo es sich um ein mildes Mittel für die entzündeten Rachenorgane handelt, theils wo man einen vollständig harmlosen und unschädlichen Stoff in den Darm des Kranken einführen will.

Wenn man erfährt, daß die Pflaumen (Zwetschen) zum großen Theil aus Pflanzenschleim bestehen, so wird man die Nahrhaftigkeit dieser Obstsorten gering anschlagen; allein der größte Theil unseres Obstes liefert im rohen Zustande dem Körper keine nahrhaften Stoffe, sondern wird lediglich des Wohlgeschmacks und der Erfrischung wegen geschätzt und genossen. Nicht minder gilt das vom Salat, sowol von dem aus Blättern, als von dem aus Wurzeln, Kartoffeln und Gurken bereiteten. Trotzdem haben diese unverdaulichen und nicht nahrhaften Speisen ihren Nutzen und werden nicht ohne Vortheil mit den nährenden gleichzeitig genossen. Wir bedürfen einestheils zum Gefühl der Sättigung einer gewissen Ausfüllung des Magens, welche die Zusammenziehung desselben aufhebt, und würden hierdurch in der warmen Jahreszeit verleitet werden, größere Menge Speise zu uns zu nehmen, als das eben zu jener Zeit geringere Bedürfniß erheischt. Hier treten die unverdaulichen Speisen als ausgleichendes Mittel ein. Zugleich machen sie durch ihre Beimischung

den Speisebrei minder zähe, leichter verschiebbar und verringern hierdurch dem Magen seine mechanische Arbeit.

Auch an sich leicht verdauliche und nahrhafte Speisen können unverdaulich werden, wenn man sie in großen Stücken verschluckt. So das Brod, namentlich frisch gebackenes Brod, Fleisch, Kartoffeln, oder auch große Ballen zäher Breie. Andere Stoffe gelangen in solcher Form in unsern Verdauungskanal, daß sie, obschon von geringer Größe und im Innern aus nahrhaften Stoffen bestehend, doch durch ihre äußere Hülle vor den Einwirkungen der Verdauungssäfte geschützt bleiben. Dies gilt z. B. von allem Fischrogen, und die für viele Personen so wohlschmeckende und daher so geschätzte Speise des eingesalzenen und durch faulige Gährung veränderten Rogens großer Fische (Kaviar) macht davon keine Ausnahme. Die Mehrzahl dieser Fischeier verläßt den Darm in eben der Form, in welcher sie in den Mund eingeführt wurde. Gleiches gilt von der Kleie, und doch ist ihre Beimischung zum Brode nicht unpassend, denn sie hilft das Stärkemehl verdauen und die Ausleerung befördern.

8. Ferner gehört zur richtigen Zusammensetzung unserer Speisen Gewürz in gebührender Menge. Von diesen ist das uns unentbehrlich gewordene Salz hervorzuheben; allein auch der Pfeffer verdient keineswegs das ungünstige Vorurtheil, mit welchem man ihm in der Gegenwart begegnet, während unsere Voreltern ihn mit Recht hochschätzten und werth hielten. Die Gewürze sind „ernährungsbefördernd", indem sie (was Jeder an sich selbst beobachten kann) uns zum Trinken anregen; wie wichtig aber der Genuß des Wassers einige Zeit nach dem Essen zur Beförderung der Verdauung, also auch der Ernährung ist, haben wir bereits weiter oben erwähnt. Ferner scheinen starke Gewürze, namentlich Pfeffer, die Bewegungen des Darmes anzuregen (wie sich aus der Entfernung der im Darme befindlichen Luft ergibt) und scheinen ebenso, wie im Munde, die Absonderung des Speichels, auch im übrigen Verdauungskanale die Absonderung der andern Verdauungssäfte zu veranlassen. Daß endlich die Gesammternährung des Menschen beim Genusse von Gewürzen eine leichtere und bessere ist, als ohne denselben, dürfte sich aus der ärztlichen Beobachtung ergeben, nach welcher diejenigen Personen, welche in Folge der Gewöhnung, oder durch ein weit verbreitetes Vorurtheil geleitet, keine Gewürze genießen, gewöhnlich träge, arbeitsunlustig sind und auf der Haut des Gesichtes zahlreiche kleine, Eiter absondernde Entzün-

dungen der Talgdrüsen (sogenannte Blüthen, Gesichtsfinnen) zeigen, was namentlich dann der Fall ist, wenn reichlich Kuchen und mehlhaltige Breie genossen werden; dagegen verhalten Diejenigen, welche ihre Kost reichlich würzen, in diesen Beziehungen sich in entgegengesetzter Weise. Eine gar zu milde, fade Kost ist Niemand im Stande auf die Dauer ohne Widerwillen und ohne Verdauungsstörungen auszuhalten. Es ist zwar einmal behauptet worden, daß der Genuß der Gewürze die Bevölkerung „blutdürstig“ mache; allein das sanfte Volk der Indier, welches sich von seinen Herrschern leiten läßt, wie ein gezäumtes Roß und nichts weniger als blutgierig ist, liefert den Gegenbeweis, da man dort Gewürze von so starker Art und in solcher Menge zu genießen pflegt, wie sie der Nordländer weder kennt, noch schätzen würde.

9. Endlich gehört, damit unsere Kost vollständig sei, außer den erwähnten Gruppen, noch zur Nahrung die Zuthat der (von uns so genannten) Sparmittel. Zu den Sparmitteln rechnen wir aber vor Allem den Alkohol, der in den „berauschenden“ Getränken sich befindet, im Weine, im Biere, im Liqueur, und der durch seine Zersetzung in unserem Körper gleichzeitig anderweitige Umsetzungen, welche zur Wärmeunterhaltung nothwendig sind, verlangsamt, theilweise ganz aufhebt und uns daher ermöglicht, mit einer geringen Menge an Nährstoffen auszukommen. Eben dieselbe günstige Einwirkung, vielleicht nach etwas anderer Richtung, scheinen die alkaloidhaltigen, „aufregenden“ Getränke, Kaffee, Thee und (in geringerem Grade) Chocolade zu haben; vielleicht gehört auch hierher der Genuß des Tabaks. Auch sie sind, zur gewöhnlichen Nahrung hinzugefügt, ein Mittel, welches die Kost scheinbar reichhaltiger, für den Körper leistungsfähiger macht, so daß eine karge Nahrung mit Kaffee oder Wein eine reichlichere Ernährung bedingt, als diese selbe Nahrung ohne Zuthat jener Getränke.

Mit diesen Sparmitteln aus der Reihe der Getränke, — welche zugleich bekanntlich auf unsere Nerven eine Wirkung haben, durch welche sie den Namen der berauschenden und aufregenden erhielten, — stehen in Bezug auf Erregung des Stoffwechsels und Verringerung des Speisebedürfnisses fast auf gleicher Stufe des Werthes Kleidung, Wohnung und Schlaf. — Während des Schlafes findet beträchtliche Verringerung des Stoffwechsels, soweit es den Stoffverbrauch anbetrifft, statt; deßhalb kann man das Bett eine „Sparbüchse der Nährstoffe“ nennen und das alte französische Sprichwort ist vollständig wahr, daß der Schlaf eine halbe

Mahlzeit sei. Gleichzeitig aber vermehrt sich im Schlafe die Aufnahme des Sauerstoffes der Luft, und wir legen von den Verbindungen mit diesem Stoffe Ersparnisse im Körper an, die wir dann regelmäßig während des nachfolgenden Tages verwerthen; dies erklärt, weßhalb wir nach ruhigem Schlafe in reiner Luft ungleich kräftiger und arbeitsfähiger uns fühlen, als nach unruhigem Schlafe im heißen, schlecht gelüfteten Alkoven. — Kleidung und Wohnung umgeben beide uns künstlich mit einem milden Klima, in welchem ebensowol die Unbilden der äußern Natur in Bezug auf Hitze und Kälte verringert oder aufgehoben werden, als hierdurch die Einwirkung der äußern Luft durch Kälte, Wind, Feuchtigkeit auf den Verbrauch der Stoffe beschränkt wird; auch Kleidung und Wohnung regeln mithin den Stoffwechsel, mäßigen in unserem Körper den allzu großen Verbrauch der Stoffe, sind mithin Sparmittel zu nennen. — —

Die Leistung der Ernährung durch die Nährstoffe hängt zum Theil ab von dem Grade ihrer Verdaulichkeit, das heißt von der Leichtigkeit, mit welcher sie durch die Verdauungssäfte umgewandelt und zur Aufnahme in das Blut geschickt gemacht werden. Die Zeit dieser Umwandlung ist sehr verschieden für verschiedene Stoffe, und erst in den letzten Jahrzehnten hat man theils durch Magen- und Darm-Fisteln an den Menschen, theils durch künstliche Anlegung von Magenfisteln bei Hunden das Mittel der Beobachtung und damit auch sichere Thatsachen gewonnen.

Wenn man Hunden in bestimmter Weise einen Einschnitt durch die Bauchbedeckungen macht, so kann man die Wände des Magens an die Bauchbedeckungen anheilen, so daß später eine Oeffnung von außen in den Magen einführt; setzt man nun eine silberne Röhre in diese Oeffnung ein, so vermag man, diese Röhre mit einen Stöpsel verschließend, nach Willkür und zu jeder Zeit in den Magen nicht nur einen Einblick zu gewinnen, sondern auch mittelst eines Löffels beliebig Nahrungsmittel in den Magen einzutragen oder aus ihm herauszunehmen. Man kann also die Verdauung zu den verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Verhältnissen beobachten.

Diese Beobachtungen haben gelehrt, daß es nicht möglich sei, unumstößlich sichere Zeichen für den Grad der „Verdaulichkeit" eines Nahrungsmittels festzustellen. Sowol Angewöhnung als körperlicher Zustand (Gesundheit, Krankheit, Aufregung, Ruhe, Ermattung, Behaglichkeit), so wie ferner größere oder geringere Menge des Nahrungsmittels üben Einfluß

aus. Von einem und demselben Nährstoffe ist oft eine geringe Menge bereits in einer halben Stunde, eine größere Menge erst in acht bis zehn Stunden verdaut. Immer aber läßt die Einwirkung der Verdauungssäfte schon nach Verlauf kurzer Zeit, oft nach wenigen Minuten, sich durch die Wage nachweisen, das heißt, durch den Gewichtsverlust, welchen die in kleinen Stücken eingeführten Nährstoffe durch Auflösung erlitten haben, und vermöge welcher auch ein Theil von ihnen in das Blut übergegangen ist.

Das Eiweiß der frischen (rohen) Eier wird in dem Magen zwar verändert, aber doch in ziemlich kurzer Zeit vom Blute aufgenommen, ohne daß es vorher gerinnt, wie dies mit dem Käsestoff der Milch immer der Fall ist. Binnen einer Stunde ist ein roh genossenes Ei vollständig aus dem Magen verschwunden; von zwei Eiern fanden sich nach 1 Stunde noch einige Reste, von vier Eiern noch nach 3 bis 4 Stunden. Von hart gekochtem Eiweiß fand man noch nach 4 bis 6 Stunden Reste. Wenn dagegen das hart gekochte Ei nicht als großes Stück mit dem Löffel in den Magen eingebracht worden war, sondern wenn es gekaut wurde, also von den Zähnen zerkleinert und mit dem Speichel in Berührung in den Magen gelangte, so war es schon in 1½ Stunden verdaut.

Geronnener Faserstoff, aus frischem Blute gewonnen, bedurfte zu seiner Auflösung im Magen über 2½ Stunden, wenn das Gerinnsel sehr dicht (weiß) war, während er dagegen schon in 1½ Stunden verschwand, wenn er locker (roth) geronnen war. Diese Thatsache lehrt ebenso, wie die beim Eiweiß erwähnte Einwirkung des Kauens, welche große Wichtigkeit die Form der Speisen für deren Leichtverdaulichkeit hat. Gekochter Faserstoff wird ungleich langsamer verdaut, als nicht gekochter, während fein geschabtes rohes Fleisch die am leichtesten verdauliche Fleischspeise darstellt.

Am langsamsten verändert sich im Magen das geräucherte Fleisch, sei es nun in Form von Schinken oder Wurst.

Der Käsestoff der Milch wird durch den Magensaft fast augenblicklich zum Gerinnen gebracht, und die Festigkeit dieses breiartigen Gerinnsels bestimmt bei verschiedenen Milchsorten den Grad ihrer leichtern oder schwerern Verdaulichkeit; deßhalb ist z. B. die käsestoffreiche Ziegenmilch durch ihr festes Gerinnsel schwerer verdaulich, als Kuhmilch und besonders als die wasserreiche Milch der Eselin. Junger, zubereiteter,

noch heller Käse oder der aus der Milch erst kürzlich abgeschiedene lockere weiße Käsestoff (mit Salz und gestoßenem Kümmel gewürzt) sind außerordentlich leicht verdaulich, kommen an Nahrhaftigkeit dem Fleische gleich und bieten daher für Kinder eine vortreffliche Nahrung. Junger, harter Käse ist von gleichem Werthe, wenn er gut gekaut wird, verläßt aber den Darm beinahe unverändert, ist also unverdaulich, wenn er in größeren Stücken verschluckt wurde. Alter, sogenannter gezeitigter, dunkel gewordener Käse ist mehr ein Gewürz, als ein Nahrungsmittel.

Der Leim löst sich im Magen schnell auf. Auch das gekochte und durch Kochen gelockerte „leimgebende“ Bindegewebe löst sich ziemlich schnell; dagegen leistet es roh den Verdauungsflüssigkeiten sehr langen und oft unüberwindlichen Widerstand. Deßhalb verbleibt rohes Fleisch, wenn es nicht ganz fein geschabt ist, viel länger im Magen, als die gleich große Menge des gekochten oder gebratenen. Zwar muß aus chemischen Gründen das rohe Fleisch viel leichter verdaulich, als das gekochte, angesehen werden (weil es Eiweiß und Faserstoff in einer flüssigen, leicht löslichen Form enthält, während beide Nährstoffe in gekochtem Fleische sich geronnen vorfinden); allein wegen des leimgebenden, die einzelnen Fleischbündel unter einander verbindenden Bindegewebes sind größere rohe Fleischstücke fast unverdaulich.

Für gewöhnlich beträgt die Verdauung einer Fleischmahlzeit im Magen 2 bis 5 Stunden; der größte Theil ist unter günstigen Verhältnissen schon nach 1 Stunde in den Darm übergegangen; von sehr reichlichen Mahlzeiten dagegen fanden sich bei Hunden noch nach 10, 15 und sogar nach 20 Stunden einzelne Fleischreste im Magen vor. Bei Kranken beobachtete man, daß sie nach 10, 12 und 14 Stunden den größten Theil einer Fleischmahlzeit durch Erbrechen aus dem Magen entleerten; es muß also durch gewisse Krankheiten die Magenverdauung nicht nur sehr verzögert, sondern wahrscheinlich auch ganz aufgehoben werden können. — Nach Verlauf von 5—8 Stunden etwa ist das Genossene in der Mitte des Dünndarms angekommen, nach 7 bis 10 Stunden tritt es in den Dickdarm und nach 17 bis 20 Stunden hat der Speisebrei den ganzen Verdauungskanal von Mund, Speiseröhre, Magen, Zwölffingerdarm, Dünndarm und Dickdarm bis zum After durchlaufen, obwol diese Strecke ungefähr 5mal länger ist, als die Körpergröße der verdauenden Person, vom Scheitel bis zur Ferse gemessen.

Das Stärkemehl wird zwar durch Einfluß des Speichels und

Mundschleimes bereits im Magen verändert, jedoch in seiner größten Menge erst im Darme verdaut. Im rohen Zustande, wenn es noch von den Zellenwänden der Pflanzen fest umschlossen wird, ist es für unsere Verdauungssäfte ganz unzugänglich, weil die Haut der rohen Pflanzenzelle von den menschlichen Verdauungssäften nicht gelöst werden kann. Sobald aber das Stärkemehl durch Kochen aufgequollen ist, weil es Wasser in sich aufnimmt und dabei die Zellwände sprengt, welche es umgeben, können die Verdauungssäfte auf dasselbe wirken und nun wird es in verhältnißmäßig schneller Zeit gelöst, mag es in den stärkemehlhaltigen Pflanzentheilen sich befinden (z. B. in Kartoffeln) oder in Breien (von Erbsen, Linsen, weißen Bohnen, Mehl ꝛc.), oder als reines Stärkemehl (Weizenstärke, Kartoffelmehl, Arrow Root ꝛc.); in allen diesen Formen der Speisen wird es durch Kochen unter Wasseraufnahme in Kleister umgewandelt. Dieselbe Umwandlung erleidet es im Brode, im Kuchen, im Auflauf ꝛc.

Brod beginnt etwa nach 3 Stunden beträchtlicher aus dem Magen zu verschwinden, und Reste desselben finden sich noch nach 6 bis 10 Stunden vor. Von Kartoffeln fand man bei Thieren wie bei Menschen noch nach 22 bis 24 Stunden Ueberreste im Magen. Die Verdaulichkeit beider Nahrungsmittel wird wesentlich beschleunigt durch sorgfältiges Kauen.

Auf Nährfähigkeit und Nährwerth der Nahrungsmittel hat deren Verdaulichkeit den beträchtlichsten Einfluß. Speisen, in denen die einzelnen Theile unter einander sehr fest verbunden sind (z. B. hart geräucherte Würste oder Schinken, in Butter lange gebratene Fische, sehr durchbratenes und von Butter durchzogenes Rindfleisch, hart gesottene Mehlklöse, derbe Mehlspeisen jeder Art) vermögen ihrer Unverdaulichkeit wegen weit weniger zu nähren, obgleich sie doch einen großen Reichthum an nährenden Stoffen besitzen, — als eine vielleicht an sich weniger nahrhafte, aber richtig zubereitete Speise (z. B. nur wenig geräucherte weiche Fleischspeisen, mäßig durchbratenes, auf der Schnittfläche noch röthliches Kalbfleisch, weich gekochte Eier). Aus gleichen Gründen sind auch die weichen, fast schleimigen Austern ungleich leichter verdaulich und deßhalb viel nahrhafter, als Fleisch oder Fisch, trotzdem daß die letzteren größeren Gehalt an Nährstoffen besitzen.

Man hat durch dieses Verhältniß der Speisen zum Magen erkannt, woher es kommt, daß gerade die leicht verdaulichen, deßhalb am sichersten nährenden Stoffe doch die kürzeste Zeit sättigen und daß ihrem Genusse

am schnellsten wieder Hunger folgt. Da der Hunger nicht Ausdruck des Bedürfnisses unseres Körpers nach Speise ist, sondern nur das Gefühl der Leere unseres Magens unter Zusammenziehungen seiner Wände kundgibt, so müssen wir nothwendiger Weise schneller wieder hungrig werden, wenn wir uns mit leicht verdaulichen, schneller aus dem Magen entschwindenden Nährstoffen vortrefflich genährt haben; nahmen wir dagegen Nahrungsmittel zu uns, welche sich langsamer verdauen, so halten diese scheinbar länger vor, weil es längere Zeit dauert, ehe wir wiederum hungrig werden, oder mit andern Worten, ehe sie aus dem Magen in den Zwölffingerdarm übergegangen sind und der Magen sich zusammenzieht. Hierin liegt der Grund, weßhalb viele Leute bei ihren Mahlzeiten eine größere Menge Brod und Kartoffeln zu sich nehmen müssen, wenn sie nicht kurze Zeit nach dem Essen wiederum das Gefühl des Hungers haben sollen.

Zum Theil beruht nämlich die Empfindung des Hungerns auch auf Gewöhnung. Wie man am Abend bei regelmäßiger Tageseintheilung zu dem Glockenschlage schläfrig wird, mit welchem man sich gewöhnt hat, das Bett zu suchen, und zur üblichen Stunde wenigstens vorübergehend für ernstere geistige Beschäftigungen untauglich ist, — wie man am Morgen zur gewohnten Stunde des Aufstehens regelmäßig erwacht, auch wenn der Schlaf nur kürzere Zeit gewährt hat und wenn das Bedürfniß nach Ruhe noch nicht vollständig befriedigt ist, — so überkommt zur gewohnten Eßzeit auch Denjenigen der Hunger, welcher wegen vorhergegangener reichlicherer Mahlzeit oder wegen geringerer Anstrengungen eigentlich noch nicht wirkliches Bedürfniß nach Speise hat, das ihn sonst mit Recht an die gewohnte Zeit des Mahles erinnerte. Der Instinkt ist keineswegs ein so treuer Wächter, als man sich gern glauben macht. Für Diejenigen, welche seinen Vorspiegelungen auch am unrechten Orte Glauben schenken, paßt allerdings der alte Spruch: „Wer ißt ohne Hunger, der stirbt desto junger." Allein in der Mehrzahl der Fälle paßt dieses Sprüchlein vergangener Jahrhunderte nicht mehr in der Gegenwart. Weit mehr als die Hälfte der Bevölkerung lebt gegenwärtig zu kärglich, bietet ihrem Stoffwechsel nicht die genügende Unterlage, und die Warnung vor zu viel und zu häufigem Essen ist heutzutage weniger nothwendig, als die Warnung vor dem Gegentheile; — namentlich in Mitteldeutschland und den Nordländern werden mit der Theuerung der Lebensbedürfnisse, mit dem Gleichbleiben oder gar der Abnahme des Verdienstes die täglichen Mengen der

genossenen Nahrung immer geringer; — nicht mehr das Prassen entnervt die Bevölkerung, sondern das Darben! Dazu kommt noch, daß selbst in den Fällen, wo binnen 24 Stunden dem Gewichte nach die ausreichende Menge der Nahrung genossen wird, nur zu häufig der Mischung nach das Genossene doch ungenügend ist. — Ein voller Verdauungskanal ist noch keineswegs ein gut ernährender, und ein satter Mensch ist noch keineswegs ein richtig gesättigter Mensch.

Die Nahrung muß richtig gemischt sein, nicht nur in Bezug auf Verdaulichkeit der einzelnen Stoffe, sondern auch in Bezug auf deren Nährwerth.

Die richtige Mischung der Nahrungsmittel für die Ernährung des menschlichen Körpers hängt im Wesentlichsten von dem Verhältniß der ersten beiden Gruppen der Nährstoffe zu einander ab, also vom Verhältniß chemischer Bestandtheile zu einander.

A. Die eiweißartigen Stoffe müssen in einem gewissen regelmäßig sich gleichbleibenden Verhältnisse zu den stärkemehlhaltigen Nährstoffen stehen, und zwar wird ziemlich allgemein die Erfahrung und Theorie gleichlautend dasjenige Verhältniß für das richtigste ansehen, wo 1 Theil der eiweißartigen Stoffe mit 5 Theilen der kohlenwasserstoffigen zu einer Mahlzeit sich vereinigt. Die meisten unserer Speisen sind auch in dieser Weise zusammengestellt. Eine der gewöhnlichsten Zusammenstellungen aus einzelnen Nahrungsmitteln ist z. B. in Mitteldeutschland Butterbrod mit Käse. Hier haben wir in der geringen Menge des Käse den eiweißartigen Käsestoff; in dem weichen porösen Brode der Hauptsache nach Stärkemehl, wenn auch dem Mehle des Brodes bereits im Korne einige eiweißartige Stoffe beigemengt waren, und eben wegen dieser Beimengung bedarf man keiner so großen Menge Käse zur richtigen Mischung, als daß sie schon ein Fünftel des Gewichtes an Brod ausmachte; und fügte außerdem zur Erleichterung der Verdauung und zur Erhöhung des Nährwerthes Butter zum Brode. Man pflegt aber bekanntlich in Süddeutschland, Frankreich, Holland und in andern Ländern Brod und Käse trocken mit einander zu essen, ohne Butter; dies geschieht nur in denjenigen Ländern, in denen der Käse aus fettem Rahm bereitet wird, in denen er also noch alle Butter enthält, welche in der Milch sich befand, während man in Mitteldeutschland den Käse aus saurer, abgerahmter Milch bereitet, und es vorzieht, die aus dem Rahm bereitete Butter besonders zuzusetzen.

Nach dem Gehalte an eiweißartigen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzten Nährstoffen und dem gleichzeitigen Gehalte an stickstoffreinen, kohlenwasserstoffigen oder stärkemehlartigen Nährstoffen hat Liebig eine Tabelle verschiedener Nahrungsmittel berechnet, deren Zahlen sich auf die Annahme stützen, daß 10 Theile Fett gleichviel Wärme beim Umsatz der Stoffe uns liefern, als 24 Theile Stärkemehl.

Hiernach finden sich

	eiweißartige Stoffe		stärkemehlartige Stoffe
in der Kuhmilch	10 Gewichtstheile	zu	30 Gewichtstheilen,
„ „ Frauenmilch . .	10 „	„	40 „
„ den Linsen	10 „	„	21 „
„ „ Pferdebohnen . .	10 „	„	22 „
„ „ Erbsen	10 „	„	23 „
„ gemästetem Schaffleisch	10 „	„	27 „
im Schweinfleisch . . .	10 „	„	30 „
„ Ochsenfleisch	10 „	„	11 „
„ Fleische der Hasen .	10 „	„	2 „
„ Kalbfleisch	10 „	„	1 „
„ Weizenmehle	10 „	„	46 „
„ Hafermehle	10 „	„	50 „
„ Roggenmehle . . .	10 „	„	57 „
„ Gerstenmehle . . .	10 „	„	57 „
in den weißen Kartoffeln	10 „	„	86 „
„ „ braunen Kartoffeln	10 „	„	115 „
im Reis	10 „	„	123 „
im Buchweizenmehle . .	10 „	„	130 „

Man erkennt hieraus, daß in Kartoffeln, Reis und Buchweizenmehl viel zu wenig eiweißartige Stoffe enthalten sind, als daß die aus ihnen bereiteten Speisen für sich allein hinreichen könnten, einen Menschen zu ernähren, während in Hafer, Roggen und Gerste die Mischung eine solche ist, daß sie bereits den Anforderungen im Allgemeinen genügt. Ebenso ist auch die Mischung in der Milch, — und da diese beiden Speisen, Mehl und Milch, erfahrungsgemäß am besten zu bekommen und am reichlichsten zu nähren pflegen, so hat man von hier aus auf die richtige Zusammensetzung in der Mischung der Nährstoffe im Allgemeinen den Schluß zu machen sich berechtigt geglaubt. Dieser Schluß ist freilich in mancher Beziehung irrig. Die Milch der Frauen und Thiere ist bestimmt für den neugebornen, im lebhaften Wachsthum begriffenen Organismus; ein solcher bedarf der eiweißartigen Stoffe vor allen, um eben durch Bildung neuer Gewebstheile zu wachsen; dabei ist Magen und

Darm der kleinen Kinder und kleinen Thiere den Anstrengungen noch nicht gewachsen, welche gröbere Nahrungsmittel beim Verdauen erfordern, während dem Erwachsenen eine so weiche und reichlich nährende Speise als alleinige Kost nachtheilig und verweichlichend sein würde, es sei denn, daß er, durch Anstrengungen und Krankheiten herabgekommen, sich kräftigen müßte und daher in einem ähnlichen Zustande wie das Neugeborne sich in Beziehung auf seine Ernährungsbedürfnisse befände. — Man erkennt aber jetzt durch Betrachtung jener Tabelle, weßhalb Roggenmehl in Milch gekocht seit den ältesten Zeiten als ein vortreffliches Mittel zur reichlichen Sättigung sowol, als zur reichlichen Ernährung gepriesen wurde, und weßhalb es ein Volksmittel geworden ist gegen Schwindsucht.

Da im Fleische die eiweißartigen Stoffe gegen die stärkemehlartigen bedeutend überwiegen, so sieht man hieraus, wie zweckmäßig es ist, wenn zum fetten Fleische Brod, — zum magern Fleische Butterbrod genossen wird, — wenn man für gewöhnlich gekochtes Fleisch mit Kartoffeln und Gemüse gleichzeitig genießt. In der That entspricht die Mischung der Speisen, wie sie allmälig der Gebrauch in verschiedenen Ländern eingeführt hat, fast vollständig den chemischen Grundsätzen, welche die neueste Wissenschaft für richtige Mischung der Nahrungsmittel aufzustellen vermochte. (In Thüringen kocht man Fleisch, Reis, Kartoffeln und junge Kohlrabi-Wurzeln als ein gemeinsames Gericht, welches auch thatsächlich den Bedürfnissen der Verdaulichkeit und des Nährwerthes trefflich entspricht.)

In Gegenden, in denen kühle Lufttemperatur dem Körper des Menschen reichlichen Verbrauch an Wärme auferlegt, — im Winter, wo man vorzugsweise der Erwärmung des Körpers bedarf, — sind auch Speisen in Gebrauch gekommen, welche besonders viel Fett enthalten; im Sommer und in warmen Ländern findet das Gegentheil statt. Wir erinnern an die gemästeten Martinsgänse im Winter, — an die Schlachtfeste, bei denen gewöhnlich sehr fettreiche Fleischnahrung genossen wird, — an die fetten Gebäcke des Winters vom nordischen Blutkuchen des „Julklapp" und den Leipziger „Weihnachtsstollen" bis zu den Wiener „Pfannkuchen" und den Baseler „Leckerli". —

Was nun die Menge der Speisen betrifft, deren nach Maßgabe der einzelnen Nährstoffe der ausgewachsene Mensch binnen 24 Stunden zur Erhaltung seines Lebens bedarf, so beträgt sie für reines Fett etwa 1/2 Pfund, — das heißt: diese Menge Fett würde während 24 Stunden

für einen ausgewachsenen Menschen mittleren Gewichtes (ungefähr 140 Pfd.) zur Erzeugung der ihm nöthigen Wärme bei einem mittleren Zustande des Wärmeverbrauchs und der Körperanstrengung ausreichen, wenn man keine andere kohlenstoffige Speise, sondern nur noch eiweißartige Nährstoffe dazu genösse. Ebenso genügten

von ungekochtem	Reis	1¼	Pfund,
„ „	Weizen . . .	1½	„
„ „	Roggen . . .	1⅓	„
„ ungekochten	Bohnen . . .	2⅛	„
„ „	Erbsen . . .	2⅓	„
„ „	Kartoffeln . .	5¾	„

Ferner bedürfte man, um dem Körper binnen 24 Stunden die ihm nöthigen „eiweißartigen“ Nährstoffe zu reichen, ungefähr: entweder

¾ Pfund Eier, — oder:
1 Pfund gebratenes Fleisch, — oder:
1⅛ Pfund gekochtes Rindfleisch, — oder:
1⅛ Pfund gebratenes Kalbfleisch, — oder:
1⅘ Pfund gekochte weiße Bohnen, — oder:
1⅘ Pfund Weizenbrod, — oder:
1⅞ Pfund gekochte braune Bohnen, — oder:
2¾ Pfund gekochte grüne Bohnen, — oder:
3¹⁄₁₀ Pfund Roggenbrod, — oder:
20 Pfund gekochten Reis, — oder:
20 Pfund gekochte Kartoffeln,

wobei noch trotz der ungeheuren Menge des letztern Nahrungsmittels vorausgesetzt werden müßte, daß sie sehr sorgfältig gekaut werden; doch würden sie auch unter diesen Verhältnissen immer noch eine äußerst schwer verdauliche Speise bilden.

B. Allein unser Magen und Darmkanal ist nicht eine chemische „Retorte“, der es nur darauf ankommt, daß eine bestimmte Atomen-Menge eingeführt wird zur gehörigen Ernährung des Körpers, — sondern unser „Organismus“ verlangt auch, daß die Nahrungsmittel in der richtigen Form in den Magen gelangen, welche seinen Bedürfnissen entspricht. Es genügt also nicht, die Speisen in chemischer Beziehung richtig auszuwählen, sie müssen auch in physikalischer Beziehung richtig gewählt sein. Darin liegt es ja eben, daß die Milch der Säugethiere allein nicht ausreicht, den lebenden erwachsenen Menschen zu ernähren. Verweigert doch schon das Kind im sechsten Lebensmonate eine ausschließlich aus Milch bestehende Ernährung und verlangt gierig nach festeren

Speisen, sobald es Andere essen sieht; oft auch ohne derartige äußere Anregung. Man bemerkt beim Kinde Wohlgefallen, wenn dasselbe etwas derbere Kost für Zähne und Magen erhält, denn auch diese Organe bedürfen zu ihrer Kräftigung, wie jedes andere im Körper, einer mäßigen Anstrengung, einer gewissen Arbeit. Deßhalb muß die Nahrung für den gesunden Menschen nicht nur in chemischer Beziehung (das heißt rücksichtlich der Mischung), sondern auch in rein „mechanischer" Beziehung den Naturbedürfnissen seines Verdauungskanales entsprechen. Ich lege auf diese Forderung ein besonderes Gewicht, weil sie bis jetzt in keinem einzigen diätetischen Werke in dieser Weise ausgesprochen wurde, so sicher es doch feststeht, daß diese Forderung mit Recht erhoben wird.

Die Speisen, welche wir genießen, dürfen weder ausschließlich trocken sein, selbst wenn wir auf anderem Wege etwa das genügende Wasser in unsern Körper einführen könnten, — noch überwiegend flüssig, — noch endlich dürfen sie die Form eines zähen Breies haben. — Trockene Speisen oder Speisen in Form zäher Breie sind für unsern Magen schwer verdaulich, weil sie den Bewegungen desselben hartnäckigen Widerstand entgegensetzen, weil sie nur schwer im Innern des Magens umgerührt werden können. In Folge dessen werden sie langsamer gelöst: bleiben längere Zeit in dem Magen, ehe sie durch den Pylorus in den Zwölffingerdarm übertreten. Unsere Arbeitsfähigkeit ist aber beeinträchtigt, so lange unser Magen beträchtlich gefüllt ist. Der volle Darm belästigt uns weit weniger. Im Darme geht die Verdauung (wie es scheint, vom Gangliensystem angeregt und überwacht) vor sich, ohne auf das der Willkür unterworfene Nervensystem einen störenden Einfluß auszuüben. Deßhalb ist es nöthig, daß unsere Nahrung aus festen, weichen, breiartigen, schlüpfrigen und flüssigen Speisen gemischt sei. — Demgemäß ist jene Mischung unserer Nahrungsmittel, wie wir sie in der gewöhnlichen Hauskost als tägliche Mahlzeit genießen, eine Mischung aus Suppe, Fleisch, Gemüse, Brod und Getränk vom physikalischen Standpunkte aus vollständig gerechtfertigt.

Aus dem Gesagten wird es erklärlich, weßhalb die käsestoffreiche Milch eine schwer verdauliche Speise ist, welche den Magen des Kranken belästigt, wenn sie allein genossen wird; denn sie gerinnt im Magen fast augenblicklich zu einem dicken, zähen Breie, und mit Recht besteht daher die Regel, daß Kranke, welche eine Milchdiät gebrauchen, immer mit der Milch zugleich Brod genießen sollen; und zwar solches Brod, welches

Kruste hat, damit härtere Gegenstände gleichzeitig mit der Milch in den Magen gelangen und die einzelnen Theile des zähen Käsestoffbreies von einander trennen.

Aus gleichem Grunde stammt das Bedürfniß des Trinkens bei Tisch, des Genusses fettreicher Brühen, und der Butter. Auch der dünne Ueberzug, welchen im Magen das Fett den einzelnen Brocken des Speisebreies gewährt, macht den Mageninhalt leichter verschiebbar und begünstigt, wie bereits erwähnt, mit der mechanischen auch die chemische Arbeit der Verdauung. Zu diesen beiden Standpunkten der Betrachtung für richtige Mischung der Speisen gesellt sich noch ein dritter.

C. Wie der Magen des Menschen keine „Retorte" ist, in welcher es nur auf den Gehalt an chemischen Bestandtheilen ankommt, so ist er auch kein Koffer und kein Tornister, in denen die richtige Mischung auf bequemem Nebeneinanderschichten der einzelnen Gegenstände beruht. Der Mensch ist eben ein Organismus, in welchem alle Theile ihr gebührendes Recht haben müssen, und damit der Leib des Menschen gedeihe, kommt es nicht nur auf die körperlichen Bedürfnisse (Bestandtheile und Form) an, sondern in gleichem Grade auch auf die geistigen: auf Wohlgefallen, Behagen, Freude.

Nur dann sind unsere Mahlzeiten wohlgewählt und richtig gemischt, wenn sie auch in häufigem Wechsel in Bezug auf unsere Geschmacksorgane treten. — Es gibt kein Naturbedürfniß, dessen Befriedigung nicht mit einem gewissen Behagen verbunden wäre. Wenn wir die Bedürfnisse unseres Hungers, des Durstes zufriedenstellen, so bringt dies in uns ein angenehmes Gefühl hervor; die Befriedigung des Naturbedürfnisses für Hautpflege im Bade oder im nachfolgenden Frottiren der Haut ist uns nicht nur in ihren Folgen eine Wohlthat, sondern erscheint uns als solche in dem Augenblicke, in dem wir sie uns zu Theil werden lassen: durch das angenehme Gefühl, von welchem sie begleitet wird. So soll auch die vernunftgemäße Befriedigung unseres Naturbedürfnisses für Speise und Trank uns nicht unangenehm, sonder angenehm sein.

Dieses Gefühl gibt uns zum Theil einen Ausdruck für die Wichtigkeit der Art und Weise, in welcher wir den Bedürfnissen unseres Organismus entsprechen. Wenn wir eine und dieselbe Speise Wochen und Monate lang hinter einander ausschließlich genießen, so wird sie uns in Folge dessen widerlich, erregt Ekel, ihr Genuß hört auf angenehm zu

sein, — ja, er wird uns unangenehm, auch wenn die Speise vorzüglich bereitet wäre, — und gleichzeitig hiermit bekommt die Speise uns nicht. Wie unser Gaumen, so scheint auch unser Darm eine immer gleichmäßige Arbeit endlich zu verweigern, und haben wir immer eine und dieselbe Speise genossen, so vermögen wir sie endlich nicht mehr gehörig zu verdauen; sie ernährt uns nicht mehr ausreichend, und Krankheit, — das heißt Störung des regelmäßigen Stoffwechsels — ist immer die Folge.

Wer die Winke der Natur nicht absichtlich mißversteht, der muß hieraus erkennen, daß auch unsere scheinbar ganz materiellen Bedürfnisse der geistigen Bedeutung und Grundlage nicht entbehren, — daß die Freude am Genusse wohlschmeckender Speisen und wohlschmeckenden Trankes, dafern sie nicht ausartet in Völlerei, eine vollberechtigte ist, und daß man also zur richtigen Auswahl der Nahrungsmittel nicht nur auf ihre Mischung, nicht nur auf ihre Form, sondern auch auf ihren wechselnden Geschmack Rücksicht zu nehmen habe. — —

Für den im Verdauungskanale beginnenden Verbrauch der in unsern Körper einzuführenden Nährstoffe haben wir also im Vorstehenden zwei Hauptabtheilungen kennen gelernt, deren jede in Bezug auf das Naturbedürfniß des Einzelnen wie der ganzen Bevölkerung berücksichtigt werden muß, wenn Gesundheit ein bleibender Gast des menschlichen Organismus sein soll.

Die erste Abtheilung bestand aus den Gruppen der Nährmittel, welche in den Körper eingeführt werden müssen, theils um dem Stoffwechsel für die Lebenserhaltung und für die Verrichtungen der einzelnen Organe, theils um dem Stoffwechsel für Neubildung der Körpergewebe die nöthigen Materialien zu liefern. Die zweite Abtheilung besteht aus den Ernährungsbeförderern (das heißt den unverdaulichen Speisen als Beförderern der mechanischen Arbeit, und den Gewürzen als Beförderern der Absonderung der Verdauungssäfte und der Darmbewegung) und den Sparmitteln (das heißt den berauschenden und aufregenden Getränken nebst Schlaf, Wohnung und Kleidung).

Zu diesen zwei Hauptabtheilungen der Unterlage des Stoffwechsels muß, damit der letztere in gedeihlicher Weise vor sich gehe, auch der Verbrauch, die Ausgabe der Stoffe durch die Thätigkeit unseres Körpers geregelt werden: und zwar theils durch die Verrichtungen unserer Muskeln beim Gehen, beim mechanischen Arbeiten, beim Treppensteigen, Turnen, Heben und ähnlichen Muskelanstrengungen, — theils durch die Verrich-

tungen unseres Nervensystemes bei geistigen Beschäftigungen, Sinneswahrnehmungen u. s. w. Zur regelmäßigen „Einführung" einer gewissen Menge von Nährstoffen in den Körper, welche als Ersatz für verloren gegangene dienen können, muß auch der regelmäßige „Verbrauch" durch Arbeit folgen. Erst dann ist der Gewinn des Stoffumsatzes: der regelmäßige, der Natur entsprechende Zustand unseres Körpers, welchen wir „Gesundheit" nennen und welcher uns die größtmögliche Leistungsfähigkeit für geistige wie körperliche Arbeit und Arbeitsausdauer gewährt.

Für den einzelnen Menschen wie für die gesammte Bevölkerung sind die drei Hauptabtheilungen der Nahrungseinnahme und jene des Nahrungsverbrauches zu berücksichtigen, damit der Einzelne wie das ganze Volk arbeitskräftig, leistungsfähig und — steuerzahlbar bleiben: sowol in Bezug auf den baaren Ertrag ihrer Arbeit, als in Bezug auf Vermehrung ihrer Zahl. Diese drei Hauptabtheilungen sind es, welche der Arzt immer im Auge behalten muß, will er Krankheit (das heißt den gestörten Stoffwechsel) in Gesundheit (das heißt in regelmäßigen Stoffwechsel) überführen und den Tod (das heißt das gänzliche Aufhören des Stoffwechsels) vom Kranken abwenden.

Eine Naturheilung entsteht, wenn ohne äußere Zuthat, ohne absichtlichen Eingriff des Arztes die Störung des Stoffwechsels sich wieder ausgleicht und der normale eintritt; jeder Heilungsvorgang, welcher durch absichtliche Aenderungen der Lebensweise oder durch irgend eine Medicin, sei es auch nur Wasser, eingeleitet wird, ist keine Naturheilung mehr, sondern eine Kunstheilung. Einen Heilungsvorgang aber kann nur derjenige richtig bewirken, welcher die Vorgänge des Stoffumsatzes genau kennt und mit wissenschaftlichen Hülfsmitteln genau zu erkennen vermag; dann wird zum Zwecke der Heilung entweder der gesammte Stoffumsatz vermindert oder erhöht, oder es werden einzelne Richtungen desselben absichtlich gesteigert, wie Ersatz oder Entziehung der chemisch brauchbaren Stoffe durch Verrichtungen einzelner Körpertheile, durch Anregung bestimmter Ausscheidungen, durch Regelung der Zufuhr. Bei jeder Heilung, welche der wissenschaftlich gebildete Arzt ausführt, wird er diese Einwirkungen auf den Vorgang des Umsatzes der Stoffe im menschlichen Körper im Auge haben.

Man erkennt hieraus, daß die Regelung der „Diät", das heißt der ganzen Lebensweise, für die Heilwissenschaft von höchster Wichtigkeit ist, und daß eine diätetische Behandlung ebensowol, ja noch viel häufiger, in

vermehrter Zuführung der Nährstoffe bestehen müsse, als im Verbote dieser oder jener Speise.

Noch heute bedürfen wir und verlangen wir für unser Wohlsein, wie die alten Römer: „panem et circenses", das heißt, genügende Ernährung und geistige Beschäftigung, — also: „Nahrung für Körper und Geist."

Noch heute genügt es nicht, die geistigen Thätigkeiten und Regungen einer Bevölkerung zu überwachen, damit sie in regelrechtem geistigen Wohlsein und in den erwünschten Beziehungen für das Staatsleben verbleibe, sondern es ist noch heute die wohlbedachte Berücksichtigung des Naturbedürfnisses der Staatsbürger in Bezug auf die genannten drei Abtheilungen für Stoffzufuhr und Stoffverbrauch die höchste Aufgabe jedes umsichtigen Staatsmannes.

Die Eigenwärme.

[Die Verbrennung. — Wärme und Kälte. — Wärmeleiter. — Abkühlung. — Regelung der Wärme. — Wärme an verschiedenen Körperstellen. — Schwankungen während des Tages. — Aenderung der Eigenwärme. — Krankheiten. — Was ist „Krankheit"?]

„Nicht jeder ist gesund, welcher normale Temperatur zeigt; aber jeder ist krank, dessen Temperatur aufwärts oder abwärts die Grenzen der Norm überschreitet."

(C. A. Wunderlich.)

Was unser Organismus eingenommen hat an Speise und Trank, das gibt er wieder aus als Arbeit: in Form des Fühlens, Wollens und Denkens, Bewegens, Verdauens und der Wärmebildung. Die unbrauchbaren Stoffe aber werden entfernt durch Haut, Lungen, Nieren und Darm; — durch den letztern scheiden unter den thierischen Geschöpfen die Fleischfresser (Katzen) und die Alles genießenden (Menschen, Hunde) am wenigsten aus, die Grasfresser (Vegetarier-Sekte der Menschen, Schafe, Rindvieh) am meisten.

Jede Arbeitsleistung unserer Organe, — sowol die geistige mit Hülfe der Nerven, als die körperliche mit Hülfe der Muskeln, — erhöht beträchtlich den Verbrauch an Kohlenstoff, während der Verbrauch an Stickstoff nur wenig gesteigert wird; — wenigstens ist es so unmittelbar und nachweisbar der Fall. (Doch darf man daraus keinen Schluß auf die Bedürfnisse unseres Organismus machen; denn weder haben bis jetzt die dabei stattfindenden Ausscheidungen durch die Haut berücksichtigt werden können, noch ist der aus dem Körper ausgeführte Kohlenstoff mit

der Menge des eingeführten genau verglichen, noch hat man die geleistete Arbeit sicher gemessen und mit den Einnahmen und Ausgaben verglichen. Unser Organismus ist ein so vielfach zusammengesetzter Bau, daß es uns nicht so leicht wird, das Eigenleben desselben in das Einzelne zu verfolgen.) Wenn bei der Arbeit Kohlenstoff verbraucht wird, so ist daraus noch nicht zu folgern, daß er genüge für die Arbeit. Wir fühlen um so viel mehr das Bedürfniß nach stickstoffhaltiger Kost, je anstrengender und je angestrengter wir arbeiten. Ohne die stickstoffhaltigen Nährstoffe können wir uns nicht so schnell von erlittener Ermüdung erholen und kräftigen.

In dieser Thatsache, — die jeder an sich selbst beobachten kann, — liegt eine nicht zu unterschätzende Stütze für jene Anschauung, daß die „stickstoffhaltigen" (eiweißartigen) Bestandtheile der Nahrung vorwiegend der Blutbildung und der Neubildung der Gewebe dienen, — die „kohlenstoffigen" Speisen (Stärkemehl, Fett) dagegen der Wärme-Entwickelung.

Neuerlich hat man dem eine andere Anschauung entgegengestellt. — Es ist erwiesen, daß die des Stickstoffes entbehrende Nahrung (Stärke, Zucker) in das Blut nur dann aufgenommen und nur dann ausgenutzt werden kann, wenn sich auch eine gewisse Menge an Eiweiß reicher Substanz in den genossenen Speisen und Getränken befindet; ferner wird bei sehr eiweißreicher Kost eine außerordentlich große Menge Eiweiß im Blute zersetzt und durch den Urin abgeschieden (in der Form des Harnstoffes, der Harnsäure). Endlich tritt bei eiweißreicher (Fleisch-) Kost nicht so bedeutender Ansatz von Muskelfasern ein, als man glaubt erwarten zu dürfen. Dies führte zu der Vorstellung: daß die eiweißartigen Nährstoffe unter allen Verhältnissen vorwiegend im Blute zersetzt werden und zur Wärmebildung, sowie zum Fett-Ansatz verwendet werden, — die „kohlenstoffigen" dagegen zum Wiederersatz des Arbeits-Verbrauches dienen. —

Mit der erstern Anschauung stimmen jedoch die Erfahrungen des täglichen Lebens mehr überein. Wo nur immer wir künstlich Wärme hervorrufen wollen, da benutzen wir die Hülfe kohlenstoffiger Mittel. — Mit „Kohlen" speisen wir das Feuerloch der Dampfmaschine, damit die unter Flammenerscheinung mit dem „Sauerstoffe" der Luft sich verbindende Kohle Wärme entwickle; und sollen die Steinkohlen recht „hitzen", so näßt sie der Schmied mit „Wasser". Das an Kohlenstoff reiche „Holz", welches halb verbrannt zu Kohle wird, verfliegt in unsern Oefen unter

gleichen Erscheinungen in die Luft und hinterläßt nur seine mineralischen Bestandtheile als Asche. Das „Fett“ des Lichtes (Talg, Stearin, Spermaceti, Wachs) und das „Oel“ der Lampen, welche beide viel Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, verbinden sich durch Hülfe des brennenden Dochtes mit dem „Sauerstoffe“ der Luft, entbinden Wärme, und ihr Kohlenstoff wie ihr Wasserstoff strömen in die Luft als „Kohlensäure“ und „Wasserdunst“. (Kohlensäure besteht aus 1 Theil Kohlenstoff und 2 Theilen Sauerstoff; — Wasser besteht aus 1 Theil Wasserstoff und 1 Theil Sauerstoff; — beide sind also Verbindungen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe der Luft.)

Das Nämliche, dem chemischen Vorgange nach, nur in anderer Form, geschieht in unserem Körper. Wir führen durch die Verdauung kohlenwasserstoffige Speisen in unser Blut; durch die Athmung gelangt in das Blut Sauerstoff; im Blute verbinden sich diese beiden Bestandtheile (wir werden später sehen, in welcher Weise und durch welche Mittel) zu Kohlensäure und Wasser, — diese „Kohlensäure“ und diesen „Wasserdunst“ athmen wir aus durch unsern Mund (wie der Ofen sie ausstößt durch die Esse, die Lampe durch den Cylinder), und Wärme entwickelt sich als Erfolg dieses chemischen Vorganges.

So ungenügend, ja fast roh, der Vergleich unseres Organismus und seiner Wärmeentwickelung mit Ofen und Lampe genannt werden muß, so möge er doch vorläufig genügen, da er in den Hauptsachen zutrifft: Einnahme von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, — Entwickelung von Wärme durch die Verbindung beider, — Ausgabe von Kohlensäure und Wasser. — Schon der nächste Abschnitt wird bei Betrachtung der Quellen der Muskelkraft auch auf die eigentlichen Wärmequellen näher einzugehen gestatten. —

Unser Organismus erzeugt sich seine Wärme selber mit Hülfe der genossenen Nahrung und der eingeathmeten Luft; er gewinnt dadurch eine selbständige Temperatur, welche man seine „Eigenwärme“ nennt.

Es muß zunächst darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Wissenschaft den Unterschied zwischen warm und kalt nicht kennt, sondern nur verschiedene Temperaturgrade. Daß überhaupt ein so grober Irrthum entstehen konnte, als ob Wärme und Kälte etwas einander Entgegengesetztes seien, liegt nur in dem Umstande, daß unser Körper eine eigene Wärme hat. Dasjenige, was geringere Temperatur besitzt, als diesen Wärmegrad, nennen wir „kalt“ —, und was uns bei der Berührung

höhere Wärmegrade zu haben scheint, nennen wir „warm". — Zu haben „scheint"! Denn Sammt und Wollenstoffe, in denen das Thermometer eine um 5 bis 10 Grad niedrigere Temperatur nachweist, als wir haben, scheinen uns noch „warm" zu sein, während Eisen von gleicher Wärme „kalt" erscheint. Der Grund liegt darin, daß Wolle die Wärme schlecht leitet, also unserer sie berührenden Hand keine Wärme entzieht, während Eisen sich entgegengesetzt verhält. Man erkennt aber hieraus, daß die Ausdrücke warm und kalt ebenso wenig einen bestimmten, die thatsächlichen Verhältnisse sicher bezeichnenden Inhalt haben, wie groß und klein, — lang und kurz, — alt und jung, — nah und fern u. s. w. Wir nehmen bei allen diesen nur als Vergleich brauchbaren Worten vorwiegend den Maßstab von unserer eigenen Person und urtheilen daher nach zufälligen Umständen und Zuständen, nach Alter, Gewohnheit und Stimmung sehr verschieden.

Um in die Bezeichnung der Temperatur größere Einheit und Bestimmtheit zu bringen, hat der französische Gelehrte Réaumur (geboren 1683, gestorben 1757) den Wärmegrad des thauenden Eises als Grenze zwischen Kälte und Wärme, als „Null-Punkt" angenommen. Auch diese Bezeichnung ist willkürlich gewählt. Hätte er z. B. den Punkt des gefrierenden Wassers gewählt, so würde sein Null-Punkt um einige Grade tiefer, unterhalb des jetzigen, sich befinden. Hätte er aber das Gefrieren irgend eines bestimmten Fettes als Zeichen angenommen, so wäre seine Grenze für die Kälte weiter heraufgerückt, je nachdem er nun dieses oder jenes, bei dem oder jenem Wärmegrade gerinnende, das heißt gefrierende, Fett als maßgebend genommen hätte. Andere haben ihr Thermometer in andere Grade eingetheilt oder einen weit tiefer liegenden Null-Punkt angenommen; kurz, die Einigung im Messen und Bezeichnen der Wärmegrade ist noch keine recht allgemeine.

Es gibt keine wirkliche „Kälte" und „Wärme", sondern wir bezeichnen nur mit diesen Ausdrücken unser Gefühl; — daß wir aber ein Wärmegefühl und Kältegefühl besitzen, hat seinen Grund in der selbständigen Wärmeerzeugung und dem selbständigen Wärmegrade unseres Organismus. Wir bezeichnen nur die Wahrnehmung eines nach zwei Richtungen möglichen Unterschiedes in der Temperatur zwischen uns und unserer Umgebung.

Da unsere Umgebung mehr oder weniger Wärme besitzt, als wir, so kann sie uns auch Wärme zuführen oder Wärme entziehen, kann bei uns

eine Wärmeeinnahme und Wärmeausgabe bewirken. Die Hülfsmittel, welche unser Organismus zur Erwärmung und zur Abkühlung besitzt, bewirken die Erhaltung des Gleichgewichtes.

Die Wärmebildung besteht in der langsamen Verbrennung der kohlen- und wasserstoffhaltigen Bestandtheile des Leibes. Ein Theil des letztern sind auch die Nährstoffe, sobald sie in das Blut aufgenommen sind. Mit der Menge und der Zusammensetzung der aufgenommenen Stoffe ändert sich der Vorrath an verbrennbarem Material; werden mehr verbrennliche Stoffe dem Körper zugeführt und ist auch genügend Sauerstoff vorhanden, so erfolgt hierdurch eine Steigerung der Eigenwärme. Diese Steigerung ist aber begrenzt, weil die Wärmeausgaben in Folge der erhöhten Temperatur sich ebenfalls steigern.

Die Mittel der Abkühlung des Körpers, also die Wärmeausgaben, bestehen: in der Wasserverdunstung durch Haut und Lungen, — der Ausstrahlung von der Haut aus, — der Erwärmung der eingeathmeten kühlern Luft, — sowie der aufgenommenen kühlern Nahrungsmittel und Getränke, — ferner in der Erwärmung der festen und flüssigen Absonderungen und Auswurfstoffe — und in der Arbeit.

Wie viel jedes einzelne dieser zahlreichen Mittel leistet, läßt sich zur Zeit noch nicht ganz genau feststellen; daß aber die Wärmeausgaben in ihrer Gesammtheit den Wärmegrad des Körpers regeln, und daß dabei vorzugsweise die äußere Haut und die bedeutende Oberfläche der Athmungswege (Mund, Nasenhöhle, Kehlkopf, Luftröhre, Lungen) zur Abkühlung thätig sind, kann man mit Sicherheit nachweisen.

Wenn man einen Hund mit seinem gesammten Körper in einen Kasten einschließt, in welchem die Luft genau in demselben Wärmegrade, wie der Körper des Hundes, erhalten wird, während er mit Nase und Maul die kühlere Zimmerluft einzuathmen vermag, so nimmt die Wärme seines Körpers schnell und bedeutend zu: die Ausdünstung durch die Lungen allein genügt also nicht, den Körper abzukühlen. — Wenn man das Thier nun aber umgekehrt Luft einathmen läßt, welche genau die Wärme seines eigenen Körpers hat, dagegen es auf der äußern Hautfläche nur der gewöhnlichen Zimmertemperatur aussetzt, so steigert sich die Wärme des Thieres ebenfalls erheblich: Ausdünstung und Ausstrahlung des äußern Körpers genügen also ebenfalls nicht für sich allein, Kühlung herbeizuführen.

Die äußere Haut und die Athmungsorgane besitzen aber bestimmte Vorrichtungen, durch welche die Abkühlung auf ihren Flächen

entweder vermehrt oder vermindert werden kann, und dies bewirkt, daß der gesunde Körper die gleiche Wärmehöhe sich zu erhalten vermag, obwol er sehr verschiedene Wärmemengen zu verschiedenen Zeiten erzeugt und unter den Schwankungen der ihn umgebenden Luft bald mehr, bald weniger Wärme verliert.

Um die Abkühlung der äußern Haut zu regeln, dienen besonders die in dem Bindegewebe und den kleinen Pulsadern der Haut befindlichen elastischen Fasern: welche sich zusammenziehen, wenn geringere Temperatur (sogenante „Kälte") auf sie einwirkt, — und welche erschlaffen, wenn höhere Temperaturgrade (sogenannte „Wärme") in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft vorhanden sind. Wir sahen aber bereits bei der Schweißabsonderung, daß nur dann Schweiß in die Schweißdrüsen abgesondert wird, wenn die Blutgefäße der Haut und also auch die der Schweißdrüsen reichlich mit Blut gefüllt sind; erschlaffen also die elastischen Fasern der Haut und der kleinen Pulsadern, so findet das Blut keinen Widerstand, kann in reichlicher Menge unter die Haut hinfließen, sondert Schweiß ab, die Haut überzieht sich mit einer feuchten, wässerigen Schicht, — diese Wasserschicht verdunstet und entzieht dadurch der unter ihr liegenden Haut Wärme, kühlt also die Haut und das in ihr fließende Blut ab; — das Blut fließt aber nur durch die Haut hindurch und dann in den Körper zurück, bringt also eine geringere Temperatur auf seinem Rückwege mit und kühlt dadurch den ganzen Körper ab. Dauert die Absonderung und Verdunstung des Schweißes lange Zeit fort, so wird dadurch so viel Wärme gebunden und die Abkühlung wird so bedeutend, daß nun die elastischen Fasern im Bindegewebe der Haut und in den kleinen Pulsadern sich wiederum zusammenziehen; sie pressen dann die Haargefäße der Haut zusammen und versperren dem nach der Haut hin fließenden Blute den Weg: es wird mithin weniger Schweiß abgesondert und dringt weniger Feuchtigkeit in die Haut, die Abkühlung des äußern Körpers ist also geringer, und die Temperatur des Körpers kann sich wieder nach Maßgabe des in ihm stattfindenden langsamen Verbrennungsprozesses erhöhen.

So wird also ohne unser Zuthun, mit Hülfe der Zusammenziehung der elastischen Fasern oder ihrer Ausdehnung und des hierdurch bewirkten geringern oder größern Blutzuflusses nach der Haut, bald minder, bald mehr Flüssigkeit in und auf die Haut abgesondert, also auch bald weniger, bald mehr Verdunstung auf der Haut hervorgerufen, und es erfolgt

ohne unser Zuthun je nach dem Bedürfnisse eine geringere oder größere Wärmeausgabe auf der Haut.

Ein ähnlicher Mechanismus zur Regelung der Wärmeausgaben besteht in den Athmungswegen.

Wenn man einen Hund in warme Luft bringt, welche von gleicher oder einer höhern Wärme, als sein eigener Körper ist, so athmet er in dieser viel schneller, als vorher in der kühlen Luft, und je wärmer sein Körper ist, um so mehr beschleunigt sich das Athmen, welches bis 150 Athemzüge und mehr in der Minute betragen kann. Diese Steigerung in der Häufigkeit des Athmens hat ihren Grund nur in der gesteigerten Wärme (denn sie erfolgt auch in äußerst sauerstoffreicher Luft), und sie läßt augenblicklich nach, sobald man das Thier abkühlt. —

Zur Wärmeerhaltung unseres Körpers dienen wesentlich die uns umgebenden Kleider, sowie die Wohnung; deßhalb haben wir sie als „Sparmittel“ bezeichnet.

Der Einfluß derartiger „Sparmittel“ ist uns Bedürfniß. Wir ersetzen durch die Kleider das Fell der Thiere, und wie diese zur Winterszeit eine dickere Schicht von Haaren oder Federn besitzen, welche aber in den einzelnen Bestandtheilen locker gefügt erscheint, — so schützt uns im Winter ein dickes aber lockeres Gewebe ungleich mehr als ein fester gefügtes, selbst wenn es von gleicher Dicke wäre. Nur dann kann ein dünnes Gewebe vor Kälte schützen, wenn es für Luft und Feuchtigkeit undurchgänglich ist (mit Gummi elastikum getränkte Stoffe) und deßhalb ebenso die Außenluft abhält, als es die Verdunstung auf der Haut behindert; aber seinen schützenden Einfluß gewährt es nicht, wenn es der Haut dicht aufliegt, sondern lediglich in dem Falle, wenn es den Körper locker umschließt, mithin ebenso wie das lockere Gewebe eine Schicht warmer Luft zwischen ihm und der Umgebung erhält.

Die Wärme in den inneren Theilen des Körpers wird erhöht durch verminderte Abkühlung (d. h. verminderte Wärmeabgabe), — nicht nur mittelst der beiden eben erwähnten Sparmittel, sondern auch dadurch, daß die Temperatur der äußeren Hautoberfläche erniedrigt wird. So beobachtet man nach einem kurz dauernden kalten Sturzbade, sowie unmittelbar nach völliger Entkleidung in kalter Luft eine kleine Steigerung der Körpertemperatur (in der Achselhöhle gemessen). Diese Steigerung wird dadurch bewirkt, daß die Blutgefäße der Haut sich zusammenziehen in Folge des Kältereizes, — daß also eine geringere Blutmenge

durch die Haut fließt, — daß in Folge dessen die Wärmeabgabe sich verlangsamt und hierdurch die gewöhnliche Wärmeerzeugung im Inneren des Körpers ein größeres Ergebniß liefert. Gleichsam eine Aufspeicherung der Wärme.

Verbleibt man längere Zeit in kalter Umgebung, steigert sich also die Einwirkung der Kälte, so wird diese Aufspeicherung durch die Abkühlung aufgewogen, und es erfolgt eine Verminderung der Temperatur in den inneren Organen. Dann tritt als Hülfsmittel zur Regelung der Körpertemperatur langsamerer Herzschlag und minder häufiges Athmen ein. Je seltener wir athmen, desto weniger kalte Luft dringt in's Innere der Lungen ein und desto weniger wird das in ihnen fließende Blut abgekühlt, — desto weniger findet bei der seltneren Ausathmung auch die Lungenausdünstung und die mit ihr ebenfalls verbundene Abkühlung statt. Je langsamer das Herz schlägt, um so langsamer findet auch der Blutumlauf statt, und die Blutflüssigkeit ist im Stande, an die Gewebe der einzelnen Organe um so mehr nährende Stoffe abzugeben, welche daselbst zersetzt werden und bei ihrer Zersetzung Wärme erzeugen. Eine weitere Steigerung geschieht durch Zersetzung einer größeren Menge zersetzbarer Stoffe, — welche zunächst der Körper liefern muß, die also das Blut ihm entführt, — welche aber auch in gesteigerter Menge durch Speise und Trank in den Körper eingeführt werden müssen. Daher kommt es, daß die Winterszeit uns gesteigerten Appetit und das Bedürfniß nach fettreicher Kost bringt, — an deren Stelle die Sommerwärme kühlende, wasserreiche Nahrung heischt.

Das Bedürfniß nach Abkühlung in äußerer Wärme und der Schutz vor Durchkältung in äußerer Kühle sind beide um so größer, je größer die Summe der Wärme ist, die der Körper in sich trägt: daher größer bei Erwachsenen und Wohlbeleibten, als bei Kindern oder Mageren, — größer bei bis dahin Wohlgenährten und Wohlhabenden, als bei Schwächlichen und Armen, — größer bei Gesunden, als bei Rekonvalescenten, — größer bei kräftigen Männern mit ausgearbeiteten Muskeln und derber Haut, als bei verzärtelten Frauen von sitzender Lebensweise und mit dünner Hautdecke, — größer in den Jahren der Mannbarkeit und Kraft, als in den Jahren des Greisenalters und der Hinfälligkeit.

Erst durch die Regelung der Wärme und durch die bis auf einen gewissen Grad willkürliche Steigerung in den Wärmeeinnahmen und Wärmeausgaben wird der Mensch frei von seiner Umgebung und

selbständig! Der Eigenwärme und ihrer Regelung haben wir es zu danken, daß wir bei einem Winterfrost von — 25° R. und einem Sonnenbrande von + 30 und mehr Graden zu bestehen vermögen, — daß wir Entdeckungsreisen in die Gegenden ewigen Eises unternehmen können, und daß wir vorübergehend, wenn auch nur kurze Zeit, die Brathitze einer Malzdarre zu ertragen vermögen.

Die Eigenwärme des menschlichen Körpers beträgt in seinem Innern oder an völlig geschützten Stellen der äußern Oberfläche bei gesunden Personen + 29$^{6}/_{10}$ bis 30° R.; in der wohlgeschlossenen Achselhöhle, in welcher man gewöhnlich die Temperatur des lebenden Menschen mißt, in der Regel + 29$^{6}/_{10}$ Grad. Die unbedeckte Haut des Gesichtes, der Hände, der Mundhöhle sind in der Regel etwas kühler. Das Blut ist in der Hauptsache immer von gleicher Wärme, wird aber etwas wärmer in denjenigen Theilen, welche in Thätigkeit treten, und je höher die Leistung irgend eines Organes ist, um so wärmer wird das in demselben fließende Blut; eine Ausnahme machen hiervon nur die Lungen, in denen umgekehrt das Blut durch größere Leistung, das heißt durch häufigeres und tieferes Einathmen abgekühlt wird wegen der auf der innern feuchten Lungenoberfläche stattfindenden Verdunstung.

Die Schwankungen, welche die Eigenwärme eines gesunden Menschen erleidet, sind sehr gering und erweisen sich während des Tages von den Zeiten der Nahrungsaufnahme abhängig. Unmittelbar nach dem Frühstück steigt die Eigenwärme und erreicht 4 bis 6 Stunden nach demselben ihren Höhepunkt; hierauf sinkt sie bis zum Mittagessen, steigt nach demselben wiederum etwa 2 Stunden lang, und dann sinkt sie bis zum Abend, ohne daß das Abendessen einen erheblichen Einfluß ausübt. Die Zeiten der Steigerung richten sich daher nach den Eßstunden. Im Allgemeinen scheint das Verhältniß so zu liegen, daß vom Morgen bis zum Abend eine fortdauernd mäßige Abkühlnng stattfindet, welche aber unterbrochen und in Erwärmung umgewandelt wird durch die bei den Mahlzeiten eingeführten verbrennlichen Nährstoffe.

In Krankheiten zeigt sich regelmäßig eine Störung der Wärmezustände. Da die regelrechte Verbindung der Bestandtheile unseres Körpers mit dem Sauerstoffe der Luft, also der „Stoffwechsel", die eigentliche Quelle unserer Körperwärme ist, — so muß, wenn unsere frühere Behauptung richtig ist, daß „Gesundheit" in nichts Anderem bestehe, als in regelmäßigem Stoffumsatze, und daß jede Störung des Stoffwechsels

„Krankheit" genannt werde, — so muß, sagen wir, bei jeder Krankheit eine Aenderung in den Wärmeverhältnissen stattfinden, indem entweder zu wenig oder zu viel Wärme erzeugt wird.

Dies ist der Fall, und da in der Regel bei Krankheitszuständen eine vermehrte Verbindung zwischen Blutbestandtheilen und Sauerstoff stattfindet (vermehrte Oxydation), so finden wir auch in Krankheiten vermehrte Wärme. Bei frischer Entzündung ist der Stoffumsatz bedeutend vermehrt, mithin auch die Wärmeerzeugung, und entzündete Theile unseres Körpers sind nicht nur von der Menge des in ihnen fließenden oder stockenden Blutes roth und angeschwollen, sondern sie sind auch (mit dem Thermometer nachweisbar) wärmer, als die andern Theile wegen des gesteigerten Stoffumsatzes. „Fieber" kann nur dann entstehen, wenn in sämmtlichen Geweben des Körpers der Stoffumsatz beschleunigt ist, und der fiebernde Kranke hat daher auch immer erhöhte Temperatur des Körpers. Dies findet besonders statt beim sogenannten Fieberfrost. Wenn der Kranke dabei „Frost" fühlt, (also Kälte wahrnimmt) während doch das Thermometer zeigt, daß er um mehrere Grade „wärmer" ist, als im gesunden Zustande, also auch Wärme fühlen sollte, — so erklärt sich dieser scheinbare Widerspruch sehr leicht aus dem früher Gesagten: wir fühlen nicht eine bestimmte Temperatur unserer Umgebung, sondern wir fühlen nur den Unterschied zwischen unserer Wärme und der Wärmeumgebung. Wenn nun der Fieberkranke durch vermehrte Wärmeerzeugung einen wärmeren Körper als sonst hat, so ist dadurch der Unterschied zwischen seinem Körper und der ihn umgebenden Luft größer geworden, und da er eben diesen „Unterschied" wahrnimmt, nicht die Wärmegrade selbst, so erscheint ihm seine Umgebung kalt und er hat die Empfindung des Frostes, welche um so heftiger ist, weil die Erwärmung des Körpers sehr plötzlich eintritt. Alle Unterschiede der Wärme und der Kälte machen aber auf uns um so erheblichern Eindruck, je plötzlicher und je weniger durch allmäligen Uebergang vermittelt sie auf uns einwirken.

Auch die Abweichungen der Eigenwärme der Kranken haben bestimmte, unübersteigbare Grenzen, und die Temperatur, welche beim Gesunden etwa + 30 ° R. beträgt, steigt in der heftigsten, das Leben gefährdenden fieberhaften Krankheit nicht höher, als + $35\frac{8}{10}$ ° R., — und sinkt nicht niederer, als im schlimmsten Falle auf + $25\frac{6}{10}$ ° R., so daß also die Schwankungen etwa 10 Grade der Réaumur'schen Skala ausmachen. Dies sind jedoch nur die alleräußersten und seltensten Fälle; für

gewöhnlich übersteigt die Eigenwärme der Kranken nicht + 34 4/10° R. und geht nicht unter + 26 4/10° R. herab, schwankt also nur zwischen 8 Graden des Réaumur-Thermometers.

Die Erhöhung der Eigenwärme übt auf alle Verrichtungen des Körpers, besonders auf Ernährung und Absonderung, ihren Einfluß aus. Dauern höhere Grade der Temperatursteigerung längere Zeit an, so vermindert sich immer das Gesammtgewicht des Körpers, während zugleich Herzschlag und Athmen beschleunigt werden, Schweiß und Harn sich vermehren, Umsetzungen und Zerfall einzelner Gewebe stattfinden, besonders aber Störungen in der Verrichtung der Nerven beobachtet werden, welche bald als regelwidrige Gefühle: als verminderte Empfindung, als Gefühlstäuschungen, — bald als Störungen der Bewegungsnerven: Zittern, zweckwidriges Greifen und Zucken, theilweise oder ganze Lähmung, — bald als Störungen der Gehirnverrichtung: in Träumen während des Wachens, das heißt den sogenannten Fieberphantasien, sich kund geben. Nimmt die Wärme sehr schnell ab, so verfällt der Kranke, hat Athemnoth und zeigt ebenfalls durch Irrereden die Störungen in der Verrichtung seines Hirnes an.

Es beweisen auch diese Vorkommnisse, daß der kranke Zustand in „Störung des Stoffwechsels" besteht, daß also Gesundheit gleichbedeutend ist mit „regelmäßigem Stoffwechsel". Hieraus ergibt sich als oberste, eigentlich einzige, Maßregel für die Gesundheitspflege: daß man Alles zu thun habe, was den Stoffwechsel regelmäßig erhält.

Die Wärmemenge des Organismus bestimmt man nach Wärmeeinheiten (Calorie) und nennt gewöhnlich eine „Einheit" diejenige Wärmemenge, welche nöthig ist, um 1 Kilo Wasser von Null Grad auf 1° Centesimalskala (= 4/5 Grad Réaumur) zu erwärmen. Es sind einzelne Nahrungsmittel in Bezug auf die Wärmemenge geprüft worden, welche sie beim Verbrennen (ausgeführt durch Verpuffung mit chlorsaurem Kali und Mangan-Superoxyd) liefern. Hiernach erhält man durch Verbrennen einer Gewichtseinheit von Traubenzucker 3277 Wärmeeinheiten; — Rohrzucker liefert 3348, — reines Eiweiß 4998, — reine Ochsenmuskelfaser 5103, — Ochsenfett 9069. — Mittelst der Entleerungen an Harnstoff und Harnsäure im Urin und an verschiedenen Stoffen im Darmkothe kann man die Verschiedenheiten der Wärmeerzeugung je nach der verschiedenen Ernährungsweise berechnen. Es hat auf diesem Wege J. Ranke in München nachgewiesen, daß bei ruhendem Körper binnen 24 Stunden

bei verschiedenen Nahrungsbedingungen von einem 24 Jahre alten Manne, welcher 6 Fuß 2 Zoll bayerisch groß war und 70 Kilogramm wog, Wärme erzeugt wurde:

An einem Hungertage	2,012,816	Wärmeeinheiten.
An einem Tage mit stickstofffreier Kost . .	2,059,506	"
An einem Tage mit gemischter Kost . .	2,200,000	"
An einem Tage mit Fleischkost	2,779,524	"

Dies wird im Durchschnitte für je 24 Stunden etwa 2,300,000 Wärmeeinheiten ergeben. Man erhält eine Anschauung von der Bedeutung dieser großen Zahlen, wenn man sich erinnert, daß jede Wärmeeinheit soviel Wärme bedeutet, als erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser von 0° bis 1° C. zu erwärmen; — 2300 Wärmeeinheiten würden also hinreichen, um 4600 Pfund um einen Grad, oder was dasselbe ist, um 46 Pfund um 100° C., also vom Gefrierpunkte bis zur Kochhitze zu erwärmen. Da nun ein Mensch mittleren Gewichtes in 24 Stunden etwa $2^1/_3$ Millionen Wärmeeinheiten producirt, so wäre Dies eine viel zu bedeutende Wärmemenge, als daß wir sie zur Erhaltung unserer Eigenwärme zu verbrauchen vermöchten, wenn nicht der weitaus größte Theil durch die Abkühlung wiederum verbraucht würde, welche auf unserer gesammten Hautoberfläche durch Verdunstung des Wassers hervorgerufen wird. Es ist aber dieser erhebliche Stoffumsatz nicht nur für die Gesundheit, sondern auch für die Leistungsfähigkeit unseres Organismus nöthig, weil, wie später gezeigt wird, die Kraftentwickelung davon abhängt.

Die Muskelkraft.

[Glatte Muskelfasern. — Muskelfasern mit Querstreifen. — Verbindung zwischen Nerv und Muskel. — Die „Muskelkästchen“ oder „Doppelbrecher“. — Muskelkräfte. — Quelle derselben. — Das Gesetz der Erhaltung der Kraft. — Der Stoffumsatz zwischen Erde, Pflanze und Mensch.]

„Wenn die organische Chemie die Produkte des thierischen Stoffwechsels erzeugt, so greift sie zu hohen Drücken und Temperaturen, zu starken Affinitäten und anderen machtvollen Kräften; zu demselben Ziele gelangt die lebendige Chemie mit bescheideneren Mitteln, die durch ihre Organisation den Mangel an Gewalt ersetzen.“

C. Ludwig.

Unsere Bewegungen geschehen theils mit unserer Absicht und unserem Willen, — theils sind sie unserer Willkür entzogen. Für beide Arten der Bewegungen haben wir besondere Gewebstheile in unserem Körper.

Die unwillkürlichen Bewegungen — (des Darmes vom untern Theile der Speiseröhre bis gegen das Ende des Mastdarmes, ferner im Innern der Lunge, in der äußern Haut, in den Ausführungsgängen und Wänden einzelner Drüsen, in den Blutgefäßen, im inneren Auge, im Augenhöhlenmuskel und anderwärts) — vermitteln die sogenannten glatten Muskelfasern: blasse, farblose, gleichartige, langgestreckte Zellen, welche zuweilen fast das Ansehen geschlängelter Bänder haben, in der Mitte mit einem dunklern Zellenkern versehen. (Fig. 220.)

Die von den glatten Muskelfasern ausgeführten unwillkürlichen Bewegungen gehen ohne unser Wissen und unsere geistige Theilnahme vor sich; sie führen im lebenden Körper einen Bewegungsmechanismus aus, dessen einzelne Theile ineinander greifen, wie die sorgfältig berechneten

Räderbewegungen eines Uhrwerkes. Die Schluckbewegungen der Speiseröhre, die wurmartigen Bewegungen der Därme, die Regelung der Hautausdünstung sind Beispiele hiefür. Es genügt, daß wir das Vorhandensein und die Bedeutung dieser Bewegungen dann erwähnen, wenn wir von den Zwecken sprechen, denen sie dienen.

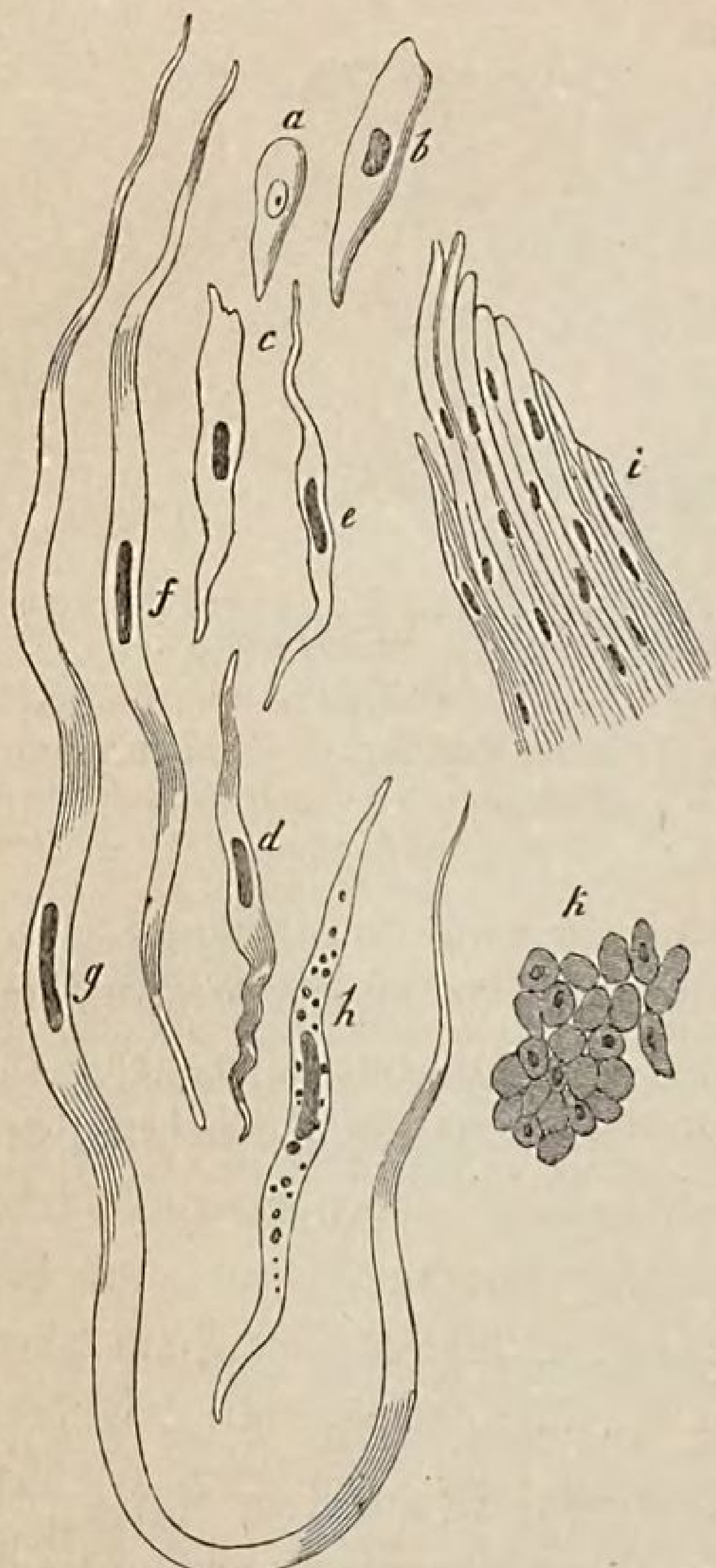


Fig. 220. Glatte Muskelfasern. (Unter dem Mikroskop betrachtet $^{300}/_{1}$.) a, b in der ersten Entwicklung. — c bis h glatte Muskelzellen aus dem reifen Körper. — i ein Bündel, und k dessen Querschnitt.

Die willkürlichen Bewegungen dagegen heischen unsere Aufmerksamkeit in weit höherem Grade. Ist doch willkürliche Bewegung das sichere Kennzeichen des thierischen Lebens. Jeder Schritt, jeder Griff nach einem Gegenstande, jede Veränderung der Körperstellung, jede That, jede Arbeit kommt mit ihrer Hülfe zu Stande. Fast keine andere von unserem Willen abhängige Thätigkeit unseres Körpers hat auf den Gesammtorganismus so bedeutenden Einfluß, wie die willkürliche Bewegung. Den zu beabsichtigten Zwecken ausgeführten Bewegungen dienen die quergestreiften Muskelfasern.

Wir müssen zunächst einen Irrthum des täglichen Lebens bekämpfen, als ob „Muskel" und „Fleisch" zwei verschiedene Gegenstände wären. Es gibt keinen Muskel, der nicht Fleisch wäre, und es gibt kein Fleisch, welches nicht aus größern oder kleinern, ganzen oder zerfetzten Muskeln bestünde. Der einzelne Muskel (in der Regel von länglicher, spindelförmiger Gestalt) ist wiederum zusammengesetzt aus „sekundären Muskelbündeln", die aneinander durch Bindegewebe befestigt sind. Man kann sich vom Dasein dieser sekundären Muskelbündel beim gekochten und gebratenen Fleische überzeugen; auf der Schnittfläche, welche quer auf die Längsrichtung des Muskels ausgeführt ist, zeigt dasselbe das Ansehen eines Mosaikes aus einzelnen rundlichen Stiften

(Fig. 221); verfolgt man dagegen die Längsrichtung des Muskels, so sieht man, daß diese Mosaiktheilchen lange Fäden von der Dicke eines Strohhalms sind, welche parallel neben einander liegen. Die sekundären Muskelbündel lassen sich aber beim gekochten Fleische auflösen in eine große Anzahl parallel neben einander liegender feiner Längsfasern, wie man eine Flechte des menschlichen Haares in ihre einzelnen Bestandtheile zertheilen kann. Die feinsten Muskelfäden nun, so fein und zart, daß man die einzelnen nur eben noch mit unbewaffnetem Auge zu erblicken vermag, sind die quergestreiften Muskelfasern oder Muskelzellen.

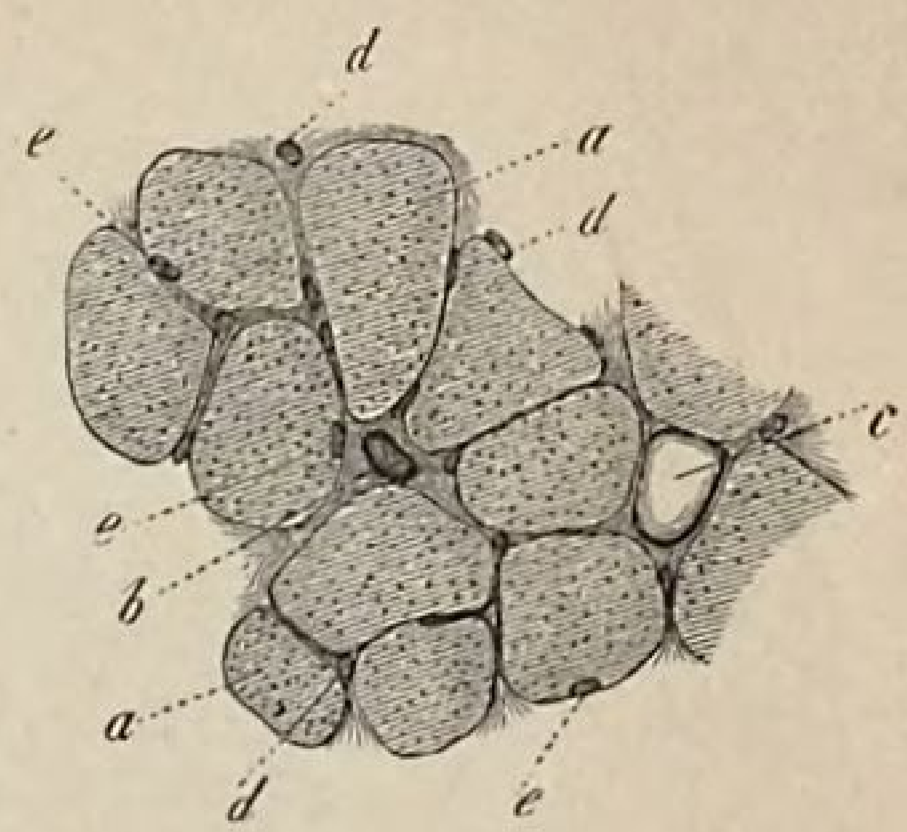


Fig. 221. Querschnitt durch ein Muskelbündel. (10 Mal vergrößert.)
a Muskelfäden. — b Durchschnittenes Blutgefäß. — c Eine Fettzelle. — d, d Durchschnittene Haargefäße. — e Vene der Muskelfaser.

Diese willkürlichen Muskelfasern tragen den Namen der „quergestreiften" mit Recht: denn jede einzelne ist mit feinen Querlinien versehen, und außer diesen finden sich minder regelmäßige Längsstreifen. Früher deutete man dieses Bild allgemein so, daß die feinste Muskelfaser als aus noch feineren kleinen zarten Fäserchen, den „primitiven Muskelfibrillen", zusammengesetzt angenommen wurde. Von diesen Fäserchen glaubte man, daß sie sich zusammenzögen, und daß sie das eigentliche Bewegungsorgan des Muskels bildeten; die Haut aber, welche jede willkürliche Muskelfaser umhüllt, und welche man besonders am Ende einzelner Fasern deutlich wahrnehmen kann (Fig. 222, 6) hielt man für minder elastisch, als die feinsten Fäserchen, und glaubte, daß sie bei der Zusammenziehung der Muskelfibrillen ebenso Querrunzeln erhielte, wie unsere Finger in den Gelenken durch die Vergrößerung und Verkleinerung der Oberfläche bei den Bewegungen der Gelenke Querrunzeln erhalten.

Diese Anschauung verlor jedoch ihre Berechtigung, als man lernte durch gewisse Hülfsmittel die feinen Muskelfasern in der Richtung der Längsstriche wie der Querstriche zu zertheilen. Behandelt man sie in der passenden Weise mit Weingeist, so zerfallen sie in der Längsrichtung, lösen sich allerdings an ihrem Ende in Gebilde wie feine Fasern auf, behalten aber dabei die Querstreifung bei, was doch nicht der Fall sein könnte, wenn diese letztere nur in den Runzeln der äußern Umhüllung

bestünde. (Fig. 222, 1, 2.) Behandelt man die feinsten Fasern dagegen mit Säuren, so zeigen sie die Neigung, in Scheiben zu zerfallen, während die Längsstriche kaum noch sichtbar, die Fibrillen nicht mehr angedeutet sind (Fig. 222, 4, 5). Um deswillen gewann um das Jahr 1840 die Meinung die Oberhand, daß diese feinen Fleischscheibchen (sarcous elements) die eigentlich wichtigen Bestandtheile der Muskelfasern seien, und daß jede einzelne Faser aus diesen Scheiben, wie eine galvanische Säule aus Platten, zusammengesetzt sei. (a.) Allein auch diese Ansicht von der Zusammensetzung der Muskelfasern erwies sich unrichtig, als man 1858 mit Hülfe des polarisirten Lichtes die Muskelfasern untersuchte und dabei wahrnahm, daß sie aus Stoffen zusammengesetzt seien: welche in **doppelter** Weise das Licht brechen, — und aus solchen, welche das Licht nur **einfach** brechen. Die doppelt brechenden lassen unter gewissen Verhältnissen den durchgehenden Lichtstrahl schön tief himmelblau erscheinen; man erkennt, daß dies allerdings diejenigen Elemente der Muskelfasern sind, welche die feinsten Fleischscheibchen bilden, daß aber diese auch ebenso in der Längsrichtung zerfallen, — und man überzeugt sich nun, daß jede einzelne feinste Muskelfaser ein ungemein zusammengesetztes, zartes Gebilde sei und aus einer ungeheuren Menge feiner, länglich viereckiger Gebilde bestehe, welche in der Längs- und Querrichtung mit mathematischer Regelmäßigkeit angeordnet sind. (b.)

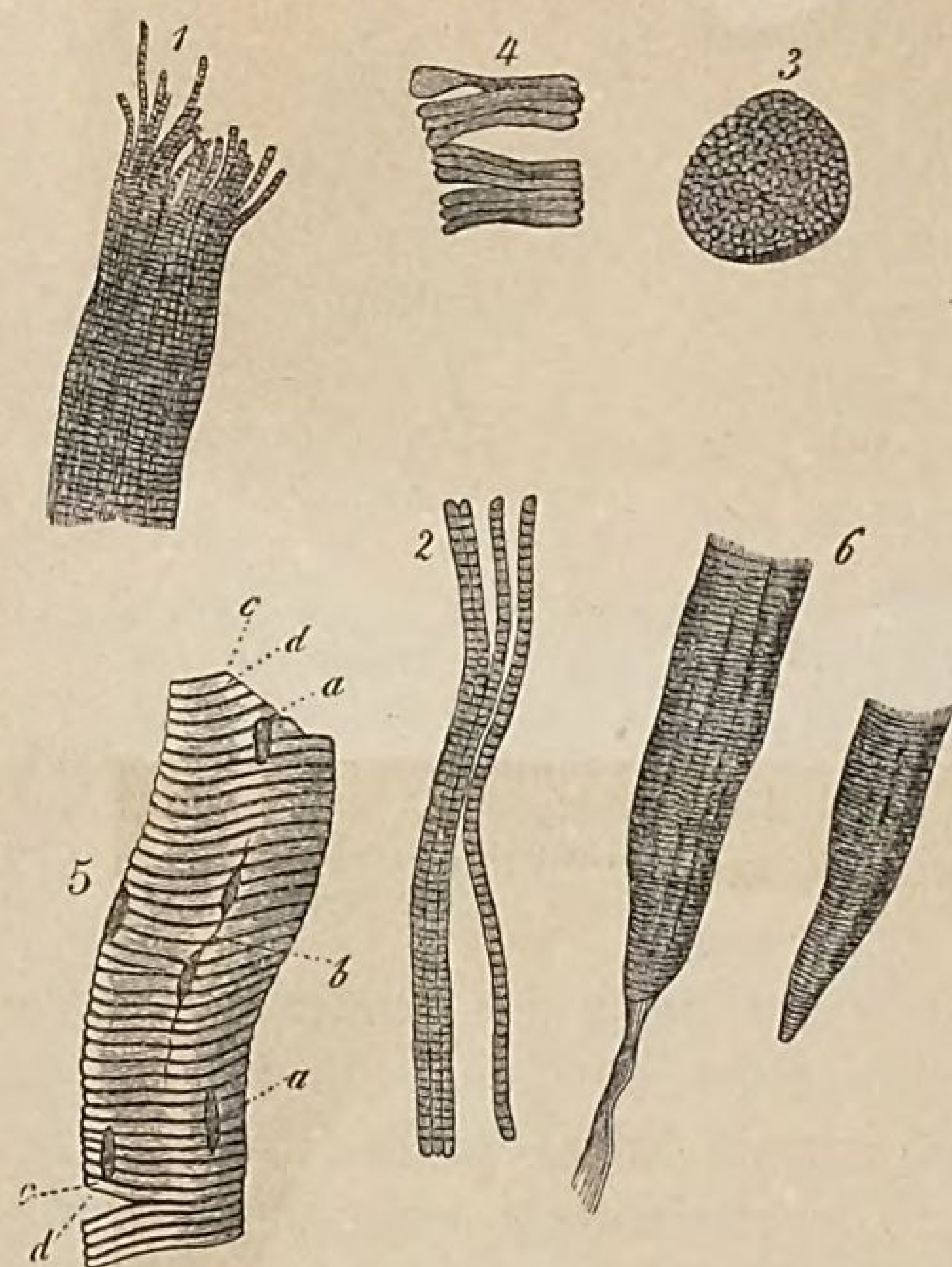
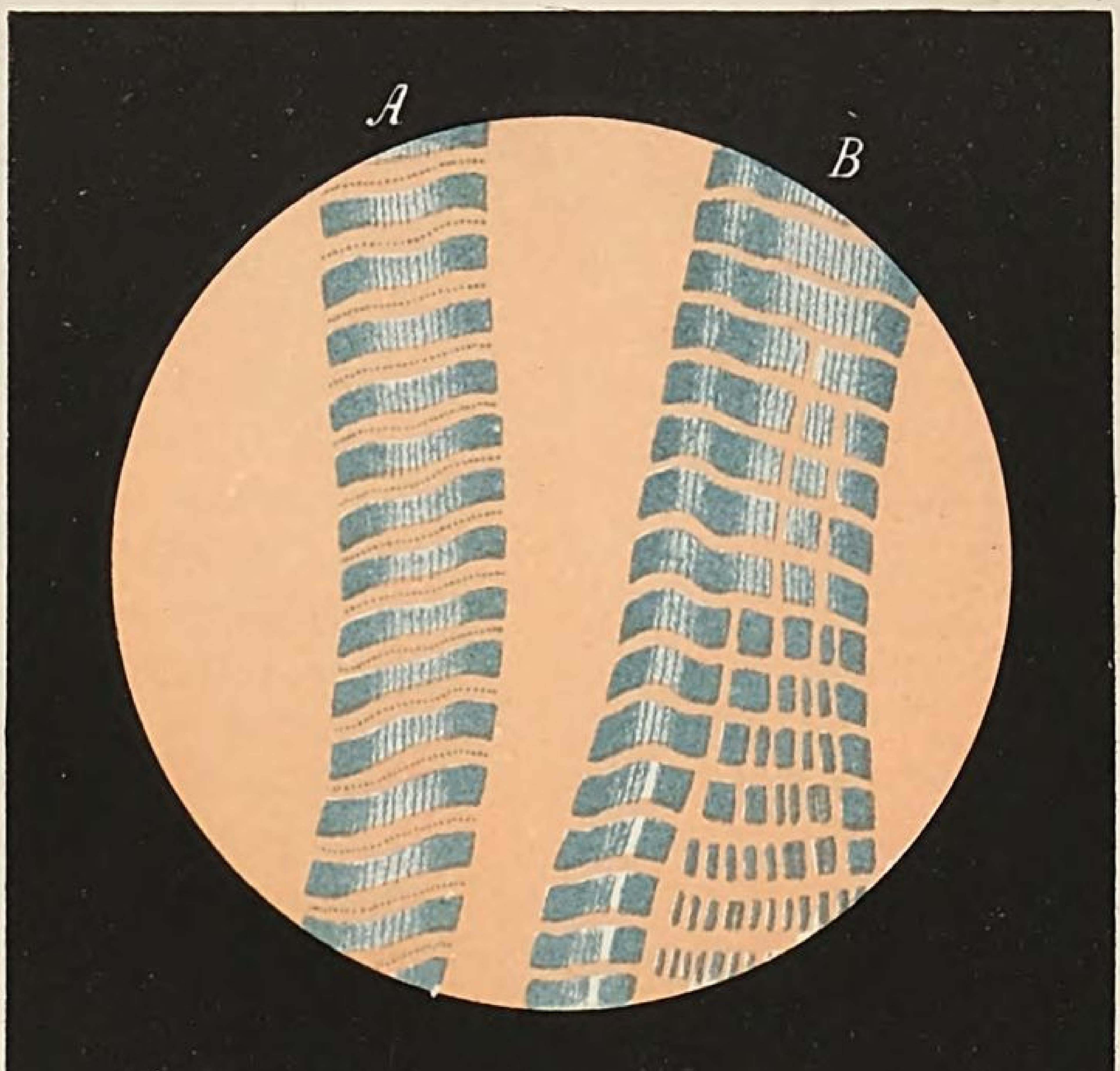


Fig. 222. Muskelfasern mit Querstreifen. (Unter dem Mikroskop 1, 2, 3, 4, 6 = $^{300}/_{1}$; — 5 = $^{400}/_{1}$.)
1 Muskelfaden mit seinen feinsten Fäserchen. — 2 Einzelne Fäserchen oder „Fibrillen". — 3, 4 Muskelfaden in Scheiben zerfallend, von der Seite und auf der Scheibenfläche. — 5 Muskelfaden nach längerem Liegen in Salzsäure, wodurch a, b Kerne sichtbar werden und bei stärkerer Vergrößerung c, d helle und dunkle Querstreifen sich unterscheiden lassen. — 6 Zwei Fäden mit ihrem Ende; aus dem zweiköpfigen Armmuskel.



2.



1. Zwerchfell,

dessen „Lympfgefässe" von der Bauchhaut aus mit blauer Farbe erfüllt wurden. (Nach Ludwig.)

2. Feinste Muskelfasern

unter dem Mikroskop bei polarisirtem Lichte, so daſs durch Doppelbrechung die „Muskelkästchen" in blauer Farbe sichtbar werden. (Nach Brücke.)

Reclam der Leib des Menschen

Stuttgart. Jul. Hoffmann. (K. Thienemanns Verlag.)

Art. Anst. von Emil Hochdanz, Stuttgart.

Die Anordnung der feinsten Bestandtheile der mikroskopischen feinen Muskelfasern vermag man sich zu vergegenwärtigen: wenn man eine Anzahl Dominosteine in Längsreihen und Querreihen neben einander legt, so daß in der Längsrichtung ein etwas größerer Zwischenraum zwischen den einzelnen Steinen sich befindet, als in der Querrichtung. Diese unendlich feinen, länglich viereckigen Gebilde nennt man „Muskelkästchen" oder wegen ihres Verhaltens gegen das Licht „Doppelbrecher" (Disdiaklasten). Sie sind die Bausteine zur Bewegung und Kraftentwickelung unserer Muskeln. (Fig. 223 und Taf. XVI.)

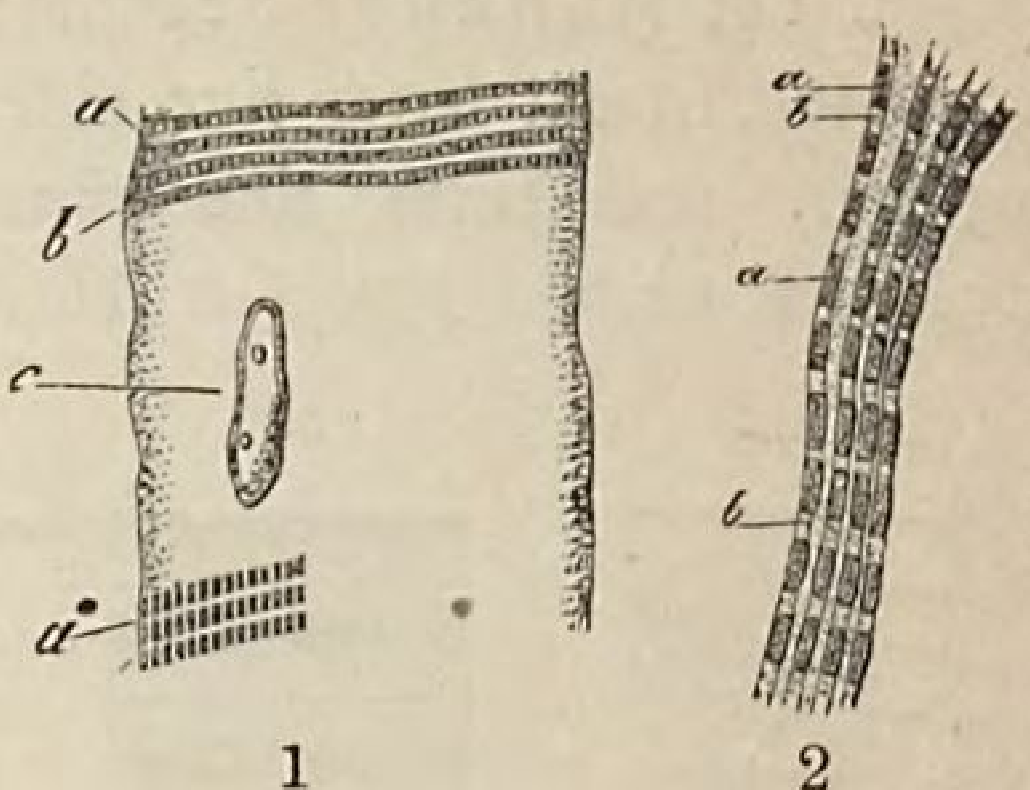


Fig. 223. Zwei Muskelfäden, bei 1000facher Vergrößerung.

1 Vom Säugethiere, — 2 vom Molch. — a Muskelkästchen, — b Bindemittel. — c Kern.

Je schneller ein Muskel sich zusammenzieht, je schneller also die Bewegung vor sich gehen würde, welche er veranlaßt, um so geringer ist der Umfang der „Muskelkästchen", also in um so kleinere Abtheilungen ist die gleiche Masse der verkürzbaren Muskelfasern abgesondert. Die Muskelkästchen erscheinen nicht an allen Muskeln und bei allen Thieren gleich groß; die kleinsten kennt man in den Brustmuskeln der Insekten; ihnen zunächst stehen die in den quergestreiften Muskeln der höheren Wirbelthiere und des Menschen; dann kommen die der niedern Wirbelthiere, die übrigen Muskeln der Insekten, der Krebse und die glatten Muskelfasern. Die sehr dünnen, zarten Querhäutchen, welche zwischen den einzelnen Muskelkästchen sich befinden, sind an die gemeinsame Oberhaut der einzelnen Muskelfasern, also an das „Sarkolemma", angewachsen. (Die gleich zu erwähnende Endplatte des Bewegungsnerven scheint außerhalb des Sarkolemma sich zu befinden.)

Im weiteren Verlaufe der Forschungen und unter Beihülfe der stärksten Vergrößerungen des Mikroskopes entdeckte man, daß die kleinen „Muskelkästchen" oder „Doppelbrecher" keine einfachen Gebilde seien, sondern daß jeder von ihnen aus zwei, miteinander zusammenhängenden, Kästchen bestehe, welche bei der Verrichtung der Muskelfaser zusammenwirken und durch ihre gemeinsame Gestaltveränderung die Verkürzung

bewirken. Da mittelst ihrer Thätigkeit die Bewegung zu Stande kommt, so nannte man sie nun „Bewegungs-Elemente“. — Jedes „Bewegungs-Element“ besteht also aus einem „Kästchen“ mit je zwei „Fächern“, — ist gebildet aus sehr zarter, völlig durchsichtiger Haut mit gallertförmigem (eiweißartigem) Inhalt, — und läßt bis jetzt drei verschiedene Zustände wahrnehmen: Ruhe, — Zusammenziehung, — und den zwischen beiden liegenden Uebergang.

Ein Stück einer feinsten Muskelfaser oder Primitiv-Röhre, — aus 4 Bewegungs-Elementen (= Muskelkästchen) bestehend, — zeigt Fig. 224:

I. im Zustande der „Ruhe“. — Man erkennt, daß jedes Bewegungs-Element durch eine dickere Endscheibe a, e, an beiden Seiten begrenzt, und durch eine dünnere Mittelscheibe c in zwei Fächer abgetheilt wird. Zwischen diesen Scheiben befindet sich in jedem der beiden cylindrischen Fächer die sogenannte „contraktile Muskel-Substanz“, d. h. der bewegende Fleisch-Stoff: b, c, — welcher aber so vertheilt ist, daß die größte Menge des gallertförmigen Stoffes sich in jedem Fache an der „Mittelscheibe (c) angehäuft“ hat, während an den beiden Endscheiben (a und e) sich durchsichtigere Flüssigkeit befindet.

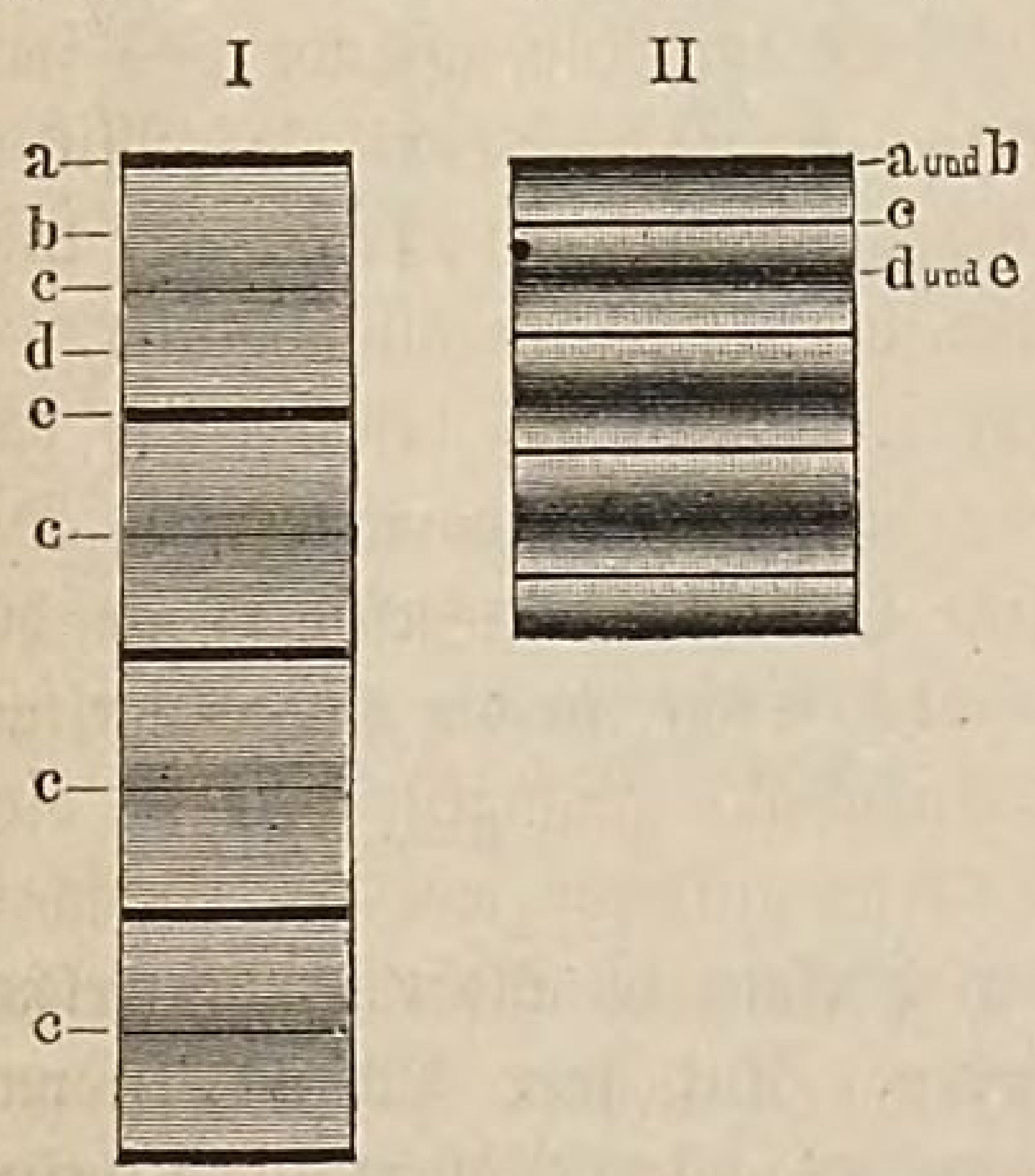


Fig. 224. Bewegungs-Element der Muskelfaser.
I Zustand der Ruhe; — II Zustand der Zusammenziehung.
a Endscheibe; — b Gallertförmiger Inhalt; — c Zwischenscheibe; — d Gallertförm. Inhalt; — e Endscheibe.

Wenn nun die Faser in Folge eines Reizes (des Willens und Nerveneinflusses, der Elektricität, der Berührung mit einem festen Gegenstande) zum Zusammenziehen veranlaßt wird, so tritt zunächst als „Uebergang“ eine gleichmäßige Vertheilung des bewegenden Fleisch-Stoffes ein. Der letztere ist nicht mehr in der Mitte des Bewegungs-Elementes angehäuft, sondern findet sich in ebenso großer Menge an dieser und an den Endscheiben. Die Muskelröhre erscheint dann unter dem Mikroskope wie ein gleichmäßiger grauer Faden; — man

sieht die Scheiben nicht mehr als dunkle Querstriche, weil deren Haut das Licht weder weniger, noch mehr bricht, als die Vermengung der contraktilen Substanz mit der Flüssigkeit. Die Dauer dieses Ueberganges ist nach dem Tode des Thieres sehr verschieden. Zuweilen macht die ruhende Faser blitzschnell die Zusammenziehung, so daß man den „Uebergang“ kaum wahrnehmen kann, — zuweilen entwickelt sich in schon halb abgestorbenen Muskeln die Zusammenziehung ganz langsam und zögernd, so daß der „Uebergang“ genau zu verfolgen ist, — zuweilen endlich reicht die Lebensthätigkeit der feinsten Muskelröhren nur bis zur Herbeiführung des Ueberganges hin und die Zusammenziehung erfolgt nicht. Im letzteren Falle sieht man die Muskelfasern ohne die Querstreifen, welche die willkürlichen Muskeln auszeichnen.

Im Zustande der Zusammenziehung (Fig. 224, II) bietet die feinste Muskelfaser ein ganz anderes Bild. Sie ist nicht nur doppelt so breit geworden und nur halb so lang, als im Ruhezustande, — sondern man sieht auch, daß der bewegende Fleisch-Stoff die „Mittelscheiben“ verlassen und an die „Endscheiben“ sich anpreßt. Er liegt hier dichter, als vorher an den Mittelscheiben, erscheint also dunkler, — während an den Mittelscheiben (c) mehr Flüssigkeit sich befindet, so daß dieselben neben der durchsichtigen Stelle deutlicher hervortreten. — Die contraktile Substanz hat also selber eine Bewegung ausgeführt: sie hat die „Mittelwand“ verlassen und ist in jedem Fache an die entgegengesetzte Scheidewand, an die obere und untere Endscheibe gegangen. Ob sie dies in selbstthätiger Weise ausführt, oder ob sie vielmehr von den Endscheiben angezogen wird, — ob sie hierbei diese Scheiben ausdehnt und größer macht oder ob die Scheiben durch gegenseitige Anziehung sich nähern und dabei durch Druck auf die in jedem Fache befindliche Gallert und Flüssigkeit die Faserröhre breiter machen, — — darüber kann man zur Zeit nur Vermuthungen haben. Eine genaue Kenntniß der Vorgänge fehlt noch ebenso, wie die Beobachtung des vierten Zeitraumes: der Rückkehr zur Ruhe. (Letztere hat nicht beobachtet werden können, weil man beim lebenden Thiere keine genügend starke Vergrößerung anwenden kann, — während die einfache Muskelfaser des eben erst getödteten Thieres durch den Reiz des elektrischen Stromes ihre Lebensfähigkeit verliert und deßhalb nur bis zum zweiten oder dritten Zeitraume gebracht werden kann.)

Die Beobachtung der Bewegungs-Elemente lehrt: daß die Mus-

kelfasern nicht wie leblose elastische Gegenstände (Gummi, Uhrfeder) ihre Form verändern, sondern daß die Verkürzung der Muskeln ein Lebens-Vorgang ist, bei welchem die mikroskopische (und chemische) Zusammensetzung sich ändert. Der Hergang besteht also aus sehr vielfachen Einzelheiten und ist wegen der gleichzeitigen Thätigkeit der Nerven, der Millionen von kleinen Bewegungs-Elementen und der chemischen Umänderung des in ihnen befindlichen Stoffes von hoher Bedeutung für den Stoffwechsel. — —

Wenn aber die Muskelfasern unserem „Willen" unterworfen sind, so müssen sie auch mit denjenigen Organen, mit deren Hülfe wir denken und wollen, mit Hirn und Rückenmark, in Verbindung stehen. Dies ist der Fall. Jede Muskelfaser steht in direkter Verbindung mit einem Bewegungsnerven, der vom Gehirn ausgeht. Auch die Kenntniß dieser Thatsache verdanken wir erst der jüngsten Vergangenheit.

Im Jahre 1836 glaubte man, das Ende der Nerven an den Muskeln in Form von Schlingen gefunden zu haben, und stellte sich damals den Nervenverlauf so vor, daß vom Hirn aus durch das Rückenmark bis zu den Muskeln der Bewegungsnerv läuft, dort mit einer Schlinge umbiegt und nun als Empfindungsnerv zurückgeht bis in das Gehirn, so daß eine Art Kreislauf des Nervenfluidums stattfände. (c.)

Die Freude über diese Entdeckung währte jedoch nur vier Jahre, da schon 1840 die unterdeß erfundenen Verbesserungen an dem Mikroskope es möglich machten, Endigungen des Nerven an der Muskelfaser genauer zu beobachten, wobei man wahrnahm: „daß der Nerv im Momente, wo er den Muskel berührt, sich ausbreitet und den Anschein einer klebrigen Gallerte annimmt, welche dem Muskelfaden aufliegt." (d.) Diese schon nach Verlauf von drei Jahren bestätigte (e.), für die Lehre von der „Arbeit" so wichtige Thatsache wurde merkwürdigerweise am Faulthier entdeckt. Die gleiche Endigung der Nervenfaser wurde 1860 und 1862 an den Muskelfäden der Insekten und der Frösche nachgewiesen und ist jetzt für alle Thierklassen bekannt. (f.)

Die Nervenfaser endigt sich an der Muskelfaser in eine Bewegungsplatte. Bis an die, die einzelne Muskelfaser umkleidende, zarte Haut (Sarkolemma) besteht der Nerv aus seinen gewöhnlichen, früher bereits erwähnten Bestandtheilen: Achsencylinder, Mark und zarte äußere Nervenhaut (Neurilem); an der Stelle, wo der Nerv die Muskelfaser berührt, hört Mark und Markscheide auf, der Achsencylinder breitet sich

in die Bewegungsplatte aus, das Neurilem geht in das Sarkolemma über, so daß Nerv und Muskelfaser mit einander verschmelzen. (Ob der Nerv mit seiner Nervenplatte endet, oder ob er sich unmittelbar in gewisse Theile der feinsten Muskelfaser fortsetzt, läßt sich bei den überaus starken Vergrößerungen, mit denen man diese feinsten Theile untersuchen muß, nicht mit Sicherheit bestimmen. Mir schien es zuweilen, als ob die Endplatte des Nerven sich in die zwischen den Disdiaklasten befindliche Substanz unmittelbar fortsetze.)

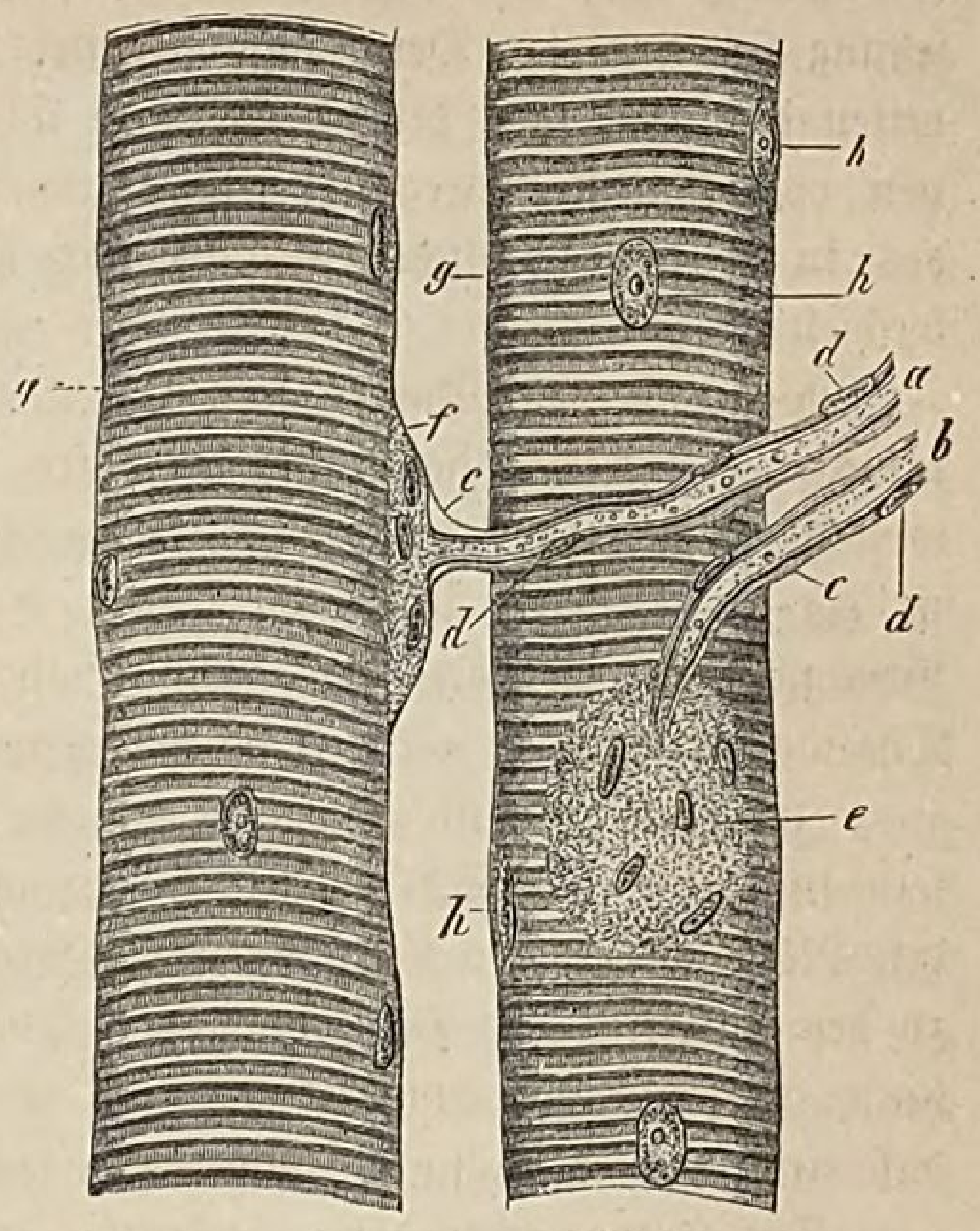


Fig. 225. Zwei Muskelfäden mit ihren Nerven. (Vergrößert 500/1).

a, b Nervenfasern, welche in e, f Endplatten übergehen, — c Neurilem derselben in g, g Sarkolemma übergehend. — d, h Kerne.

Bei den Fischen verästelt sich jede Nervenfaser vielfach, und eine Faser gibt bis 100 Enden, wobei sie bis 50 Muskelfasern versorgt. Bei den Amphibien ist die Zahl der Aeste der einzelnen Nervenfaser größer, und ein Nerv versorgt etwa 18 Muskelfasern; bei den Vögeln findet sich nur wenig Theilung, und jede Muskelfaser hat eine mit einer Endplatte versehene Nervenfaser; bei Säugethieren und dem Menschen beobachtet man dasselbe Verhältniß. Je höher entwickelt also das Thier ist, eine je größere Zahl der Nervenfäden geht zu den Muskeln (der Zahl der einzelnen Muskelfäden entsprechend) und um so bestimmter ist also auch der Muskel in allen einzelnen Theilen dem Willen unterthan.

Wenn nun der Willensanstoß auf den Muskel wirkt, so zieht sich derselbe zusammen; er wird dabei kürzer und dicker, wie man am lebenden Menschen leicht beobachten kann, z. B. an der Gestaltsveränderung des Oberarmes, sobald man mit Kraft den Unterarm gegen denselben beugt. Von den einzelnen Muskelfasern glaubte man anfänglich, daß sie

Zickzack-Bewegungen ausführten, so daß hierdurch die einzelne Faser sich verkürzte. (g.) Später stellte man sich die Zusammenziehung der Muskelfasern so vor, daß man annahm, die Fleischscheibchen, aus denen sie zusammengesetzt erschienen, näherten sich einander, indem jedes einzelne elektrisch geladen würde und sie dann in Folge der auf ihrer Oberfläche vorhandenen elektrischen Strömungen sich innig einander zu nähern suchten. — Diese Vermuthungen zerfielen jedoch, als man gelernt hatte, unter dem Mikroskop einen lebenden Muskel während seiner Zusammenziehung zu beobachten. Nun konnte man die Vorgänge mit den Augen verfolgen, und die erworbene Gewißheit machte frühere Vermuthungen unnöthig. (h.)

Man sieht bei der Zusammenziehung der Faser, wie die Querstreifen sich einander nähern, wie jeder einzelne der kleinen „Doppelbrecher" oder „Muskelkästchen" kürzer oder dicker wird, so daß dadurch die einzelne Faser ebenfalls sich verkürzt und anschwillt. — Die Zusammenziehung eines Muskels ist also eine der wunderbarsten Erscheinungen im Reiche der lebenden Natur, welche uns die Macht, die im Zusammenwirken vieler kleiner Kräfte liegt, im eindringlichen Beispiele zeigt. Wollen wir eine Bewegung ausführen, so überträgt sich unser Wille durch die Bewegungsnerven und ihre Endplatten auf die feinsten und kleinsten Gebilde, welche man im Menschenleibe kennt, auf die kleinen in der Primitivmuskelfaser reihenweis geordnet liegenden länglich viereckigen „Doppelbrecher" (Disdiaklasten), — diese verändern ihre Form, und durch die gleichzeitige Gestaltsveränderung von Hunderttausenden dieser kleinen Gebilde zieht sich der ganze Muskel zusammen und verändert nicht nur seine Form, sondern vermag auch bedeutende Arbeit zu leisten.

Die Muskelfaser ist weich, zart, gallertartig; unsere feinsten Nadeln und Instrumente erscheinen ihr gegenüber so grob, unsere sorgsamsten Bewegungen sind unter der vielhundertfachen Vergrößerung, unter der wir sie beobachten müssen, so täppisch, — daß Niemand vermag, die einzelne Primitivfaser zu zerlegen, die einzelnen „Doppelbrecher" derselben in ihrer Lage zu einander zu verändern, — sondern daß man sich begnügen muß, mit solchen Hülfsmitteln, wie ein in seiner Richtung veränderter Lichtstrahl es ist, der Wahrheit auf die Spur zu kommen. Und dennoch sind es diese feinen, zarten, scheinbar hinfälligen Gebilde, welche die Kraftanstrengung des ziehenden Pferdes, des pfeilschnell über die Ebene jagenden Windhundes, des in den Lüften schwebenden Adlers und der ein Thier zermalmenden Riesenschlange ausführen. Die Doppelbrecher der feinsten

Muskelfaser verdienten ebenso, wie die Ruthenbündel der römischen Lictoren, als Beispiel genannt zu werden: Einigkeit macht stark. —

Die verhältnißmäßig größte Muskelkraft findet sich bei den Insekten, welche eine weit höhere Arbeitsleistung auszuführen vermögen, als in gleichen Verhältnissen die Wirbelthiere. Ein gutes Zugpferd kann nur auf Augenblicke zuweilen das 2- bis 3fache seines Gewichtes ziehen, während Maikäfer andauernd und, wie es scheint, ohne große Beschwerde das 14fache ihres Gewichtes, der auf Wasserpflanzen lebende metallisch glänzende Rohrkäfer sogar das 42fache seines Gewichtes zu ziehen vermag. (i.) Die Saugkraft der Säuglinge wurde 1868 zum ersten Male dadurch gemessen, daß man eine Glasröhre mit Quecksilber füllte, oben an derselben eine Saugwarze aus calcinirtem Elfenbein luftdicht befestigte und diese einem Säugling in den Mund gab. Frühreif geborene Kinder vermochten durch ihre geringen Kraftäußerungen das Quecksilber nicht zu bewegen; reife, aber schwächliche Säuglinge hoben es etwa einen Messerrücken breit; mittelstarke etwa so viel, als die Dicke eines Bleistiftes beträgt, und kräftige bis um die Breite eines Querfingers. (k.) Die wurmartigen Bewegungen des Darmes bei Erwachsenen vermögen Wasser in einer Glasröhre 40 bis 100 Centimeter hoch zu heben. (l.) Ein erwachsener Mann von etwa 130 Pfunden Gewicht führt beim Treppensteigen eine Arbeitsleistung von ungefähr 11 Centnern aus. Am meisten aber eignet sich zur genauen Berechnung die Arbeit beim Einrammen von Pfählen. Hier wird ein schwerer Block in bestimmten Zeiträumen auf eine gewisse Höhe gehoben und dann fallen gelassen; der Block hängt an einem starken Seile, welches über eine leicht bewegliche Rolle laufend sich in eine größere Anzahl von Stricken auflöst, an denen die Arbeiter gemeinsam ziehen; die Arbeit läßt sich also leicht und sicher berechnen, wenn man das Gewicht des Blockes, die Höhe des Zuges und die Zahl der Schläge kennt. Nach den 1866 vorgenommenen Berechnungen verrichtete ein Mann beim Rammen täglich so viel Arbeit, als nöthig ist, um 1 Kilogr. 100,000 Meter hoch, oder 100,000 Kilogr. 1 Meter hoch zu heben. Einzelne Menschen können noch bedeutend Höheres leisten. In den Schatten gestellt wird diese Arbeitsleistung der willkürlichen Muskeln, das Tagewerk eines kräftigen Mannes, durch die Leistung, welche unser Herz in 24stündiger Thätigkeit verrichtet: denn dieses Organ, nicht größer als die Faust, entwickelt so viel Kraft, als nöthig wäre, um 64,800 Kilogr. einen Meter hoch zu bewegen, oder — in anderen, vielleicht verständlicheren Zahlen

ausgedrückt — beim ruhigen Puls von 75 Herzschlägen in der Minute ist die gesammte Arbeitsleistung des Herzens in 24 Stunden groß genug, daß ein Centner Gewicht dadurch 4463 Fuß hoch gehoben werden könnte. (m.)

Die Arbeitsleistung unserer zarten Muskelfasern ist also keine geringe. Und wodurch gewinnen die Muskeln die Mittel, diese bedeutende Kraft zu entfalten? Wie wird im lebenden Menschen und Thiere die Muskelkraft hervorgebracht? — Die Antwort lautet: Kein Mensch, kein Thier bringt die Kraft seiner Muskeln hervor, sondern beide empfangen diese Kraft von außen und benutzen sie nur zu ihrem Vortheile. Wir sind in Bezug auf Kraftäußerungen nur die Verwalter eines Theiles von jenem ungeheuren Kapitale an Kraft, welches in der Schöpfung sich befindet und welches nach dem „Gesetze der Erhaltung der Kraft" unverändert bleibt.

Wir müssen unsere Leser freundlichst ersuchen, die nächsten Blätter mit Achtsamkeit und dem festen Willen des Aufmerkens zur Hand zu nehmen; sie bieten in der Darstellung des erwähnten Gesetzes die Lösung des großen Geheimnisses vom Leben, so weit wie man jetzt schon von einer Lösung dieser ewigen Räthselfrage sprechen kann. Der heutige Standpunkt unseres Wissens ist noch nicht der letzte; wir sind noch keineswegs zum Anschauen der vollen Wahrheit gelangt; aber es scheint, als ob wir uns doch auf dem rechten Wege dazu befänden: wir vermögen die Vorgänge uns zu deuten, wir können sie durch Nachweis von Ursache und Wirkung erklären. Das Gesetz der Erhaltung der Kraft ist der Schlüssel zu den heutigen wissenschaftlichen Anschauungen. Ueber den Werth dieses Schlüssels möge die Zukunft entscheiden. (n.)

„Kraft" ist nur die allgemeine übliche Bezeichnung für „Bewegungsursache". Die bewegenden Kräfte können aber auf zweierlei Weise sich äußern: sie können entweder die Bewegung wirklich veranlassen, — oder sie können nur das Bestreben zeigen, Ursache jener Bewegung zu werden, vermögen aber ein bestehendes Hinderniß nicht zu überwinden.

Im ersten Falle tritt die Bewegungsursache gleichsam in's Dasein, erwacht zum Leben, indem sie die Bewegung wirklich ausführt, und wird dann „lebendige Kraft" genannt; — im zweiten Falle sucht die Kraft gleichsam das bestehende Hinderniß zu überwinden, spannt sich an und heißt „Spannkraft". — Wir wollen ein Beispiel beider Kräfte und ihrer Aeußerungen aus dem täglichen Leben anführen. Wenn ein Gewicht an einer Schnur senkrecht gegen die Erde herabhängt, so hat das Gewicht

das Bestreben, herabzufallen; die Schnur bildet ein Hinderniß dieser Bewegung; indem das Gewicht gegen dieses Hinderniß ankämpfend ruhig hängt, gibt es das Beispiel einer „Spannkraft". Nun schneidet man aber die Schnur durch; man beseitigt damit das Hinderniß; das Gewicht fällt herab, die Kraft tritt in's Leben, die Bewegung wird ausgeführt, und im Augenblicke des Falles stellt das Gewicht also „lebendige Kraft" dar. Mit dem Augenblicke, in welchem das Gewicht auf den Boden aufgefallen ist, hat die lebendige Kraft ihr Ende erreicht; sie ist verbraucht worden, um die Bewegung auszuführen, welche sie auszuführen vermag. Aber die Kraft ist nicht verloren gegangen dabei. Das Gewicht liegt jetzt auf dem Boden, und wenn der Versuch im Zimmer vorgenommen worden ist, auf der hölzernen Diele. Das Gewicht hat das Bestreben, noch tiefer zu fallen, die hölzerne Diele bietet ihm aber ein Hinderniß, und das Gewicht drückt nun mit „Spannkraft" gegen dieses Hinderniß. Könnten wir das Brett, auf welchem das Gewicht liegt, plötzlich wegziehen, so wäre das Hinderniß beseitigt, das Gewicht fiele wieder tiefer, und die Spannkraft ginge wieder in „lebendige Kraft" über.

Man sieht aus diesem Beispiele, daß die Kraft beim Verbrauche nicht verloren geht, sondern nur aus einem Zustande in den andern durch die äußeren Einwirkungen hinübergeleitet wird.

Es kann aber auch auf andere Weise Spannkraft und lebendige Kraft wechselsweise wirken. Nehmen wir an, das Gewicht sei herabgefallen, es liege auf dem Zimmerboden, und wir beabsichtigen, es wieder an der Schnur zu befestigen. Dann nehmen wir das Gewicht mit der Hand, heben es in die Höhe bis an die Schnur und hängen es an diese an. Im Augenblicke, wo es an der Schnur hängt, stellt das Gewicht wieder eine „Spannkraft" vor. Um es aber in die Höhe zu heben, mußten wir das Hinderniß, welches in seiner Schwere liegt, und welches durch Anziehung nach dem Mittelpunkte der Erde ihm die Bewegungsursache verleiht, überwinden; wir mußten also „lebendige Kraft" ausgeben und setzten diese in Spannkraft um, als wir das Gewicht anhingen. Genau so viel, als die Schwere des Gewichtes, das heißt also, als die Größe seiner Bewegungsursache, — mußten wir lebendige Kraft durch die Zusammenziehung unserer Muskeln und die Bewegung unserer Arme ausgeben, damit sie in Spannkraft von gleicher Größe umgesetzt werden können. Da nun aber, wie das Beispiel des Gewichtes uns lehrt, die Kraft in der Welt nicht verloren geht, sondern immer nur wechselt zwischen der

die Bewegung erstrebenden Spannkraft und der die Bewegung ausführenden lebendigen Kraft, — so geht hieraus hervor, daß wir in unsern Muskeln eine gewisse Summe „Spannkraft" aufgehäuft hatten, welche wir willkürlich zum Zwecke der Bewegung des Gewichtes in die gleich große Summe „lebendiger Kräfte" umsetzen konnten.

Jede Bewegung, welche wir ausführen, besteht in einer Umwandlung von Spannkraft in lebendige Kraft. Wir haben also einen Vorrath an Spannkräften in unserem Körper. Woher stammt dieser Vorrath? Wodurch gewinnen wir diese Ansammlung von Kraft, die wir nach Bedürfniß und willkürlich auszugeben vermögen? — Wir gewinnen sie aus der Nahrung. Die Pflanzen bereiten uns die Spannkräfte vor, — der thierische Organismus gibt sie aus, indem er sie in lebendige Kraft umwandelt.

Wenn man im Winter ein Getreidekorn in den Boden einsäet, so beginnt es erst im Frühjahr zu keimen. Bäume und Sträucher wachsen im Winter nicht, sondern verharren im Stillstande; erst im Frühling treiben sie Knospen und Blätter. Nicht die Jahreszeit, nicht die Frühlingsluft ist es, welches die Pflanzen treiben und wachsen läßt. Vergraben wir das Samenkorn so tief in die Erde, daß Licht und Luft nicht dazu können, — bringen wir es in einem Topfe in einen finstern, lichtlosen, kalten Keller, — so wird es jahrelang im Schooße der Erde liegen können, ohne zu keimen. Die bekannten ungarischen Getreidevorrathsgruben, „Silos", geben ein Beispiel. Jahrelang bewahren sie das Getreide unverändert auf, obgleich es in der Erde liegt und obgleich in seiner Nachbarschaft Getreide gleicher Art lustig keimt und wächst. Licht und Luft, oder sagen wir richtiger Sonne und die Bestandtheile der Luft müssen zur Pflanze gelangen, damit sie wachsen könne. An sonnenlosen, gegen Norden gelegenen Fenstern gedeiht kein Grün.

Unter Einfluß der Sonnenstrahlen, unter Einwirkung von Wärme und Licht „wächst" die Pflanze. Wie wächst sie? Indem sie die Bestandtheile der Luft zerlegt, indem sie Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, welche in der Luft enthalten sind, unter dem Einflusse von „Wärme" und „Licht" so in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegt, daß sie von der Kohlensäure den Kohlenstoff, — vom Wasser den Wasserstoff, — vom Ammoniak den Stickstoff, — zum Theil auch etwas Sauerstoff aus diesen Bestandtheilen der Luft wegnimmt und daraus andere Stoffe bilden läßt, eiweißartige Stoffe, Fette, Stärkemehl 2c. Die Pflanze trennt

also die Verbindungen der Elementarstoffe, aus denen Kohlensäure, Wasser und Ammoniak bestehen. Sie wird hierzu befähigt durch Licht und Wärme der Sonne.

Nun halten aber in jeder chemischen Verbindung die einzelnen Elementarstoffe mit einer gewissen Kraft zusammen, und es bedarf einer starken Einwirkung, um das Widerstreben zu überwinden, welches sie gegen eine Trennung ihrer Verbindung zeigen. Soll die Spannkraft, mit welcher sie verbunden sind, aufgehoben werden, so muß eine lebendige Kraft darauf wirken (ähnlich wie die unseres Armes, indem wir das Gewicht in die Höhe hoben), und dann wird bei der Trennung die hierdurch beseitigte Spannkraft in lebendige Kraft übergehen. — Bei jeder Zersetzung einer chemischen Verbindung wird also die Summe der Kräfte, mit welcher die einzelnen Elementarstoffe in steter Spannung aneinander hingen, frei und geht in „lebendige" Kraft über. — Umgekehrt: bei jeder Verbindung chemischer Elementarstoffe zu einem Gegenstande anderer Mischung wird im Gegentheile lebendige Kraft „verbraucht" und in diejenige Summe von Spannkräften umgewandelt, welche nöthig ist, um die einzelnen Elementarstoffe zusammenzuhalten. — Hierin liegt das Geheimniß unserer Ernährung und das Geheimniß unserer Kraftentwickelung.

Die Pflanzen nehmen aus der sie umgebenden Luft Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, und reißen die einzelnen Bestandtheile derselben auseinander, setzen sie aber in anderer Weise wieder zusammen; und dies geschieht mit Hülfe der lebenden Kraft von Licht und Wärme. Wenn also die Pflanze im Sonnenscheine „grün" wird (das heißt, Chlorophyll, Blattgrün, bildet), wenn die Pflanze im Sonnenscheine „wächst" und Körner trägt (das heißt Pflanzeneiweiß, Stärkemehl und Fett aus den genannten Stoffen der Atmosphäre bildet), so wird bei den neuen chemischen Verbindungen, welche sie bereitet, so viel Spannkraft gleichsam aufgeschichtet, als dabei lebendige Kraft verloren ging. Indem wir nun die Pflanzenstoffe essen und in unserem Organismus zersetzen, wird bei dieser Zersetzung lebendige Kraft frei, diese kommt uns zu gute und wird von uns ausgenutzt: als Bewegung, als Erwärmung, als elektrische Nervenkraft.

Zur Erläuterung und zum Beweise dieser Thatsache haben wir noch Einiges hinzuzufügen.

Man nennt den bezeichneten Vorgang das „Gesetz der Erhaltung der Kraft", weil bei dieser Umwechslung niemals Kraft ganz verbraucht

wird, sondern immer dasjenige, was an lebendiger Kraft verloren ging, als Spannkraft zum Vorschein kommt, — und umgekehrt: — die Summe der lebendigen und der Spannkräfte zusammengenommen bleibt immer die gleiche. — Es können aber aus Spannkraft lebendige Kräfte in vier verschiedenen Formen sich entwickeln: als Massenbewegung, — als Licht, — als Wärme, — als Elektricität. (Licht und Wärme sind in den meisten Fällen mit einander verbunden.) Sämmtliche Formen lebendiger Kräfte können schließlich in Wärme übergehen. — Die Massenbewegung kräftiger Hammerschläge verschwindet in Form der Wärme auf dem Ambos, indem letzterer zu einem höhern Temperaturgrade übergeht; — die Lichtstrahlen hören auf zu leuchten in dem Maße, als mehr Wärme hervorgebracht wird; — der elektrische Strom, der auf seinem Wege Widerstand findet, verschwindet, aber Wärme tritt an seine Stelle, und zwar beim Blitzstrahle in solcher Menge, daß er zündet. — Man kann diesen Uebergang der einzelnen Kräfte sehr schön am Beispiele einer Gewichtsuhr sich deutlich machen.

Eine gewöhnliche Schwarzwälder Uhr besitzt in ihrem herabhängenden Gewichte eine gewisse Summe von Spannkraft. Ziehen wir die Uhr auf, so heben wir das Gewicht mittelst Zug an der Schnur in die Höhe und müssen dazu die entsprechende Kraft ausgeben. Wir haben dann so viel von der lebendigen Kraft unseres Armes in das Gewicht übertragen, als die Schwere dieses und die Höhe, um welche wir es hinaufgezogen haben, beträgt. Ebensoviel kann nun das allmälig herabsteigende Gewicht auf die Uhr übertragen; durch das Räderwerk am plötzlichen Fallen verhindert, übt das Gewicht einen beständigen Druck auf die Räder aus und verbraucht die ihm übergebene Kraft beim allmäligen Ablaufen der Uhr. Diese Kraft wird verwendet, um die Reibung des Räderwerks zu überwinden, um den Widerstand der Luft gegen die Bewegungen des Pendels zu besiegen. Bei der Reibung der Räder und der Bewegung des Pendels entsteht Wärme, und vermöchten wir diese letztere zu messen, so würde sich gerade eine Wärmemenge ergeben, welche groß genug ist, um eine Kraft auszuüben, die ein Gewicht von der Schwere des Uhrgewichtes eine eben solche Strecke in die Höhe zu heben vermag, als das Gewicht beim Herabsteigen durchlaufen hatte. — Es ist also von der gehenden Uhr die lebendige Kraft, die ihr beim Aufziehen mitgetheilt wurde, nicht so verbraucht worden, daß sie verloren ging, sondern sie hat die gewonnene Spannkraft nur in andere lebende Kräfte umgesetzt.

Dieser Umstand, daß eine lebende Kraft aus dem Zustande des Schlafens, in welchem sie sich in der Spannkraft befindet, zu irgend einer andern lebenden Kraft sich gestalten kann, macht es uns möglich, daß wir beim Zersetzen der Nahrung im gesunden Organismus wenigstens drei verschiedene Arten der lebenden Kraft aus den von der Pflanze bereiteten Nährstoffen gewinnen können: die bewegende Kraft der Muskeln, — die elektrische Kraft der Nerven — und die Wärme, deren wir zur Erhaltung der „Eigenwärme" des Körpers bedürfen.

Allein man wird uns einwenden: wenn bei jeder chemischen Zersetzung lebendige Kraft frei, bei jeder chemischen Verbindung solche Kraft wiederum gebunden wird, — so kann ja die lebendige Kraft gar nicht zur Erscheinung kommen, denn überall, wo Zersetzung stattfindet, ist auch Verbindung da. Die Pflanze zersetzt wol die in der Luft befindlichen Bestandtheile; aber sie verbindet sie auch gleich wieder zu anderen Stoffen. Wir zersetzen die genossenen Nahrungsmittel; aber sie bleiben nicht zersetzt, sondern es entstehen neue Stoffe daraus. Die eben erst frei gewordene lebendige Kraft geht also sofort wiederum verloren und kann daher nicht nach außen übertragen werden. — Dieser Einwand ist scheinbar sehr treffend; aber nur scheinbar, weil es festere und losere chemische Verbindungen gibt. Je fester die chemischen Verbindungen sind, mit um so mehr Spannkraft haften die einzelnen Theile aneinander; je loser sie sind, um so weniger Spannkraft verbindet sie. Nun zersetzen die Pflanzen jene „festen" chemischen Verbindungen des Wassers und der Kohlensäure, welche wir in unserem Körper nicht zu zersetzen vermögen; aber indem sie dieselben zu neuen Verbindungen umgestalten, ist dabei der Ueberschuß an lebendiger Kraft thätig, welchen Licht und Wärme der Sonne darstellen, und ein Theil dieses Ueberschusses wird gebunden und verbleibt als Spannkraft der neuen Verbindung. Wir Menschen dagegen verwerthen diesen Ueberschuß: indem wir bei der Verdauung die festeren Verbindungen der Pflanzen in etwas losere (und zugleich lösbare) umwandeln, — bei der Ausnutzung zum Zwecke der Bewegung und der elektrischen Nervenkraft aber in sehr lose, nur locker und mit wenig Spannkraft einander verbundene. Wenn schließlich diese sehr lockeren Verbindungen auf's neue in feste zusammentreten und als Kohlensäure, Wasserdunst und Ammoniak in die Luft wiederum übergehen, so geschieht dies zum Theil mit Hülfe des Ueberschusses an Wärme, die unser Körper hervorbringt, zum größern Theil aber mit Hülfe des Ueberschusses an elektrischer

Kraft der Nerven. Wir können ja nach außen nur die bewegende Kraft übertragen und den größten Theil der hervorgebrachten Wärme; auch die elektrische Kraft will übertragen sein, da keine lebendige Kraft ganz verloren geht, sondern nur umgeändert wird, und hierzu dient das Hervorbringen der letzten Ergebnisse unseres Stoffwechsels.

Wir haben jetzt zugleich den Stoffumsatz im Großen kennen gelernt. Wir sehen, wie aus Erde und Luft die Elementarstoffe zusammengesetzt werden durch die Pflanzen zu festen Verbindungen und daß dabei lebendige Kraft eingekerkert wird; diese befreit sich im Thierleibe und im Leibe des Menschen, — ihre Fesseln werden gelöst, sie wirkt, um dann von neuem in Spannkraft überzugehen und den ewigen Kreislauf der Stoffe, den ewigen Kreislauf des Werdens und Wirkens von neuem anzutreten.

---

a. Bowmann: die »Sarcous elements«, Ur-Fleischtheilchen, bilden nach ihm bei der Zusammenziehung einen »Disk«, eine Scheibe. — **b.** E. Brücke (in Wien) nennt die »Disdiaklasten«: Doppelbrecher, — später erhielten sie den besseren deutschen Namen »Muskelkästchen«. Tafel XVI zeigt die prachtvolle Ansicht derselben nach Brücke (Denkschr. d. kais. Acad. der Wissensch. Bd. 15. Wien 1858) bei polarisirtem Lichte: Nicolsche Prismen unter dem »Objekt« und über dem »Ocular«, weil so zwar kleineres Sehfeld, aber bei gekreuzten Pr. durch geringere Abblendung mehr Licht; — ferner helles Sehfeld: als Objektträger eine gespaltene Glimmerplatte von solcher Dicke, dass sie bei gekreuzt. Pr. Purpur gab und hierauf für das Maximum der Helle orientirt; dann ändert ein dünner doppelbrechender Körper, dessen optische Wirkung der Vermehrung ihrer Dicke gleichkommt, seine Färbung durch violett in blau, — wenn der Verminderung ihrer Dicke gleichkommend, durch roth in gelb. — Die Muskelfasern müssen durch absol. Alkoh. entwässert und in Terpentinöl durchsichtig, die Glimmerplatten durch Kochen in Terpentinöl luftfrei gemacht und durch Damarfirniss so erhalten werden. Die Muskelfasern auf Tafel XVI sind von »Hydrophilus piceus«. — Die »Bewegungs-Elemente» beschrieb zuerst Prof. Merkel in Bonn, 1872. — **c.** Valentin. — **d.** Doyère, am Faulthier. — **e.** Quatrefages. — **f.** Kühne, Engelmann. — **g.** Prevost und Dumas. — **h.** Weber, Brücke u. A. — **i.** Herz, 1865. — **k.** Braune, 1867. — **l.** Borelli. — **m.** Donders, 1866. — **n.** Das »Gesetz der Erhaltung der Kraft« haben: J. R. Mayer 1842 (Liebig's Annalen) zuerst ausgesprochen, — und Helmholtz 1847 (Ueber Erhaltung der Kraft) begründet und auf die organische Welt angewendet.

Die Bewegungen des Körpers.

[Die Muskeln; — ihr Ursprung und Ansatz; — ihre Sehnen; — ihre Anordnung zwischen und neben den Knochen, am Beispiele der Hand. — Die Muskeln der Hand. — Die Handwurzel. — Die Finger. — Die Gelenke der Hand, — des Armes, — des Beines, — des Fußes. — Die Wirkungsweise der Muskeln mit Hülfe der Gelenke. — Das Schlüsselbein. — Das Hüftgelenk. — Die Gelenkkapseln und der Luftdruck. — Stehen, — Gehen, — Laufen, — in Beinen und Oberkörper. — Der Knochen. Verknöcherung des Knorpels. Skelet und Bewegungen der Thiere.]

„In Deutschland klagt man, daß über Gebühren
Sich mehren die krummen, verwachsenen Rücken.
Kein Wunder! Wo alle Frauen sich schnüren,
Und alle Männer sich bücken!"

Gottfr. Kinkel.

Die Bewegungsorgane des Menschen sind die Muskeln und die Knochen; die Muskeln sind diejenigen Theile, welche, indem sie sich verkürzen, die Bewegung selbst ausführen: die „aktiven", handelnden Bewegungsorgane; die Knochen dagegen können sich nicht selber bewegen, denn sie sind hart, steif, starr, nur sehr wenig elastisch; aber sie werden bewegt durch die Muskeln, welche an ihnen angeheftet sind, und sie nehmen an der Bewegung Theil als die bewegten, „passiven", leidenden Bewegungsorgane. —

Die Knochen bilden das Gerüst unseres Körpers, die Unterlage, an welche sich die Muskeln anheften. Wie bei einem Hause, welches aus Fachwänden gebaut wird, der Zimmermann erst aus Holz die Grundlage des Hauses aufbaut von der Erde bis zum Dache, worauf dann später der Maurer diese Grundlage mit Steinen aussetzt, so bilden die Knochen

das feste Gerüst des Körpers, wie schon früher am Skelett (S. 58. 59.) gezeigt wurde.

Um das Verhältniß der Muskeln zu den Knochen zu zeigen, wählen wir den „Anziehe-Muskel des Daumens.“ — Das Skelett des rechten Armes (Fig. 226) läßt uns erkennen, wie der Oberarm (1) als Grundlage nur einen einzigen, langgestreckten Röhrenknochen hat, während dem Unterarme zwei dienen (2, 3). Die Handwurzel (4) besteht aus acht einzelnen unter einander verbundenen Knochen (welche wir später genauer kennen lernen werden), während die Hand in die beiden bekannten Theile der Mittelhand (5) und der Finger (6) zerfällt, welche aber im Skelett, nachdem Haut und Muskelfleisch entfernt ist, freilich einen andern Eindruck machen. Die Finger erscheinen langgestreckter, größer, und wir sehen, daß der Daumen außer den zwei Gliedern, welche wir für gewöhnlich an ihm kennen, ein drittes, zur Mittelhand gehöriges besitzt, während die vier andern Finger außer den drei Gliedern, mit denen sie frei sind, jeder noch ein viertes, erheblich längeres in der Mittelhand haben.

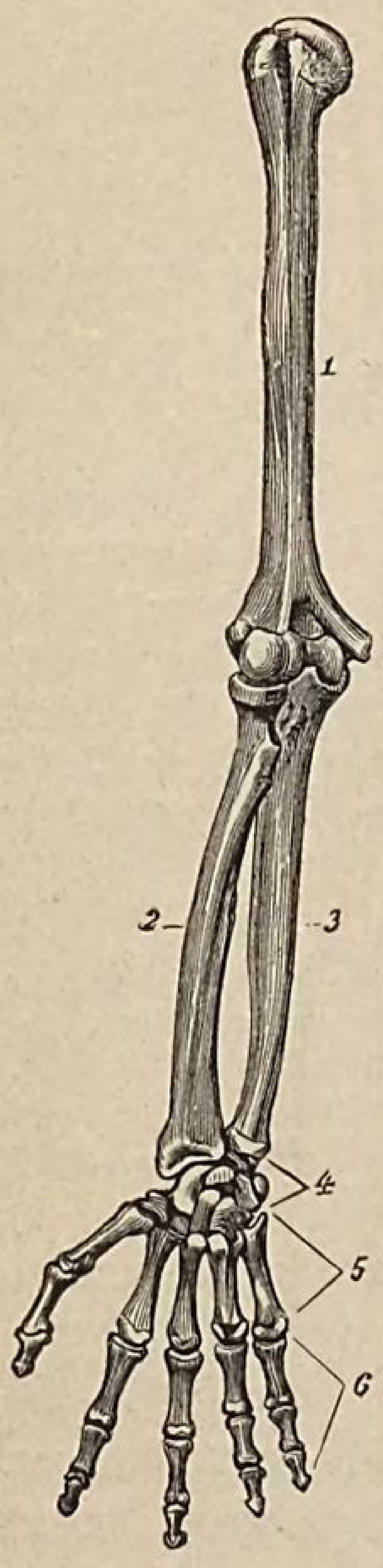


Fig. 226. Knochen des Armes.

In der Mittelhand befindet sich ein großer Theil der Muskeln, welche die einzelnen Glieder der Hand bewegen. Derjenige Muskel, welcher den Daumen anzieht (Fig. 227), zeigt in besonders schöner Weise die Unterschiede zwischen dem „Ursprung“ und „Ansatz“ der Muskeln. Da, wo der Muskel an einem weniger beweglichen oder unbeweglichen Theil angewachsen ist, entspringt er, und zwar sind dann die einzelnen Muskelfasern unmittelbar angewachsen, wenn sie von einer Haut entspringen; — wo aber der Muskel sich ansetzt, da soll er einen Knochen bewegen, und hierzu bedarf er einer Handhabe: einer Sehne (f). Der Anziehemuskel des Daumens hat zu diesem Zwecke eine kurze kleine Sehne, weil er, dicht neben dem Knochen liegend, den er bewegt, in der günstigen Weise an ihn angewachsen ist, daß er auch nur in der Richtung seiner eigenen Fasern

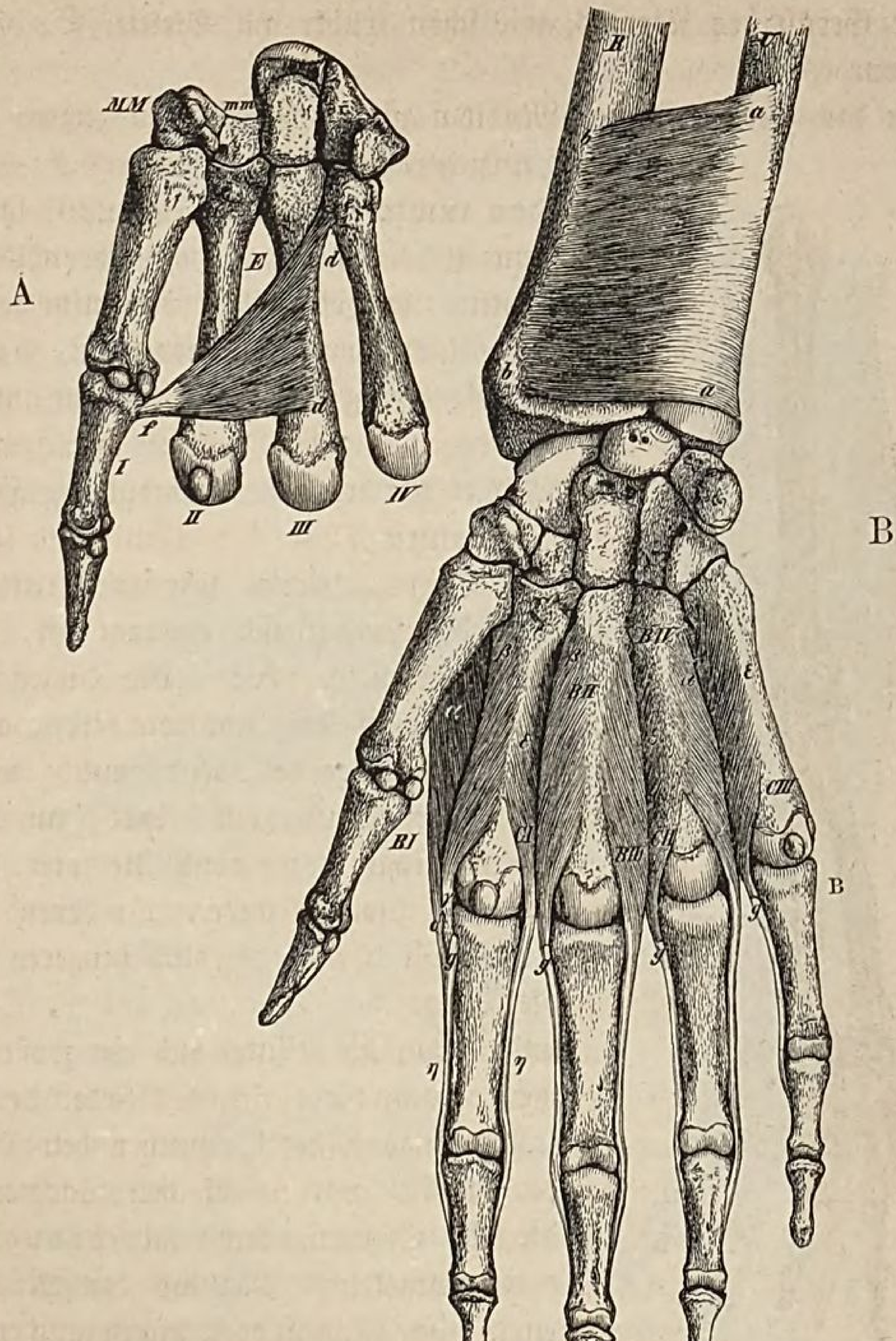


Fig. 227, A. Der Anziehemuskel des rechten Daumens.

Man sieht zu oberst die vier Knochen in der zweiten Reihe der Handwurzel: M M Trapezbein, m m Trapezoidbein, C Kopfbein, H Hakenbein. I Der Daumen, sowol das „Mittelhandbein", als die beiden „Glieder" nebst dem Sesambeinchen. — II, III, IV Die „Mittelhandbeine" des zweiten, dritten und vierten Fingers; das Mittelhandbein des fünften oder kleinen Fingers ist entfernt. — E Der Anziehemuskel für den Daumen (Musculus adductor pollicis), welcher entspringt von d bis d am Mittelhandbeine des Mittelfingers und nahe der Grundfläche des vierten Mittelhandbeines — und sich ansetzt f mit einer kurzen Sehne neben dem hintern Sesambeine oben an das erste Glied des Daumens. (**B** ist das Gegenstück zu Fig. 230. Erklärung S. 634. 635.)

die Bewegung auszuführen hat. Man sieht in der Abbildung die Knochen der rechten Hand von innen. Wenn man seinen Daumen stark abzieht von der Mittelhand, indem man ihn auf die Tischfläche aufstützt und die Hand etwas herab bewegt, so kann man den dann straff gespannten Daumenmuskel im Innern der Hand (an der andern Seite des Ballens) deutlich fühlen, und zieht man nun den Muskel zusammen, das heißt, macht man die Bewegung: den Daumen der Hand zu nähern, — so fühlt man auch, wie der Muskel härter, fester wird, anschwillt und sich verkürzt.

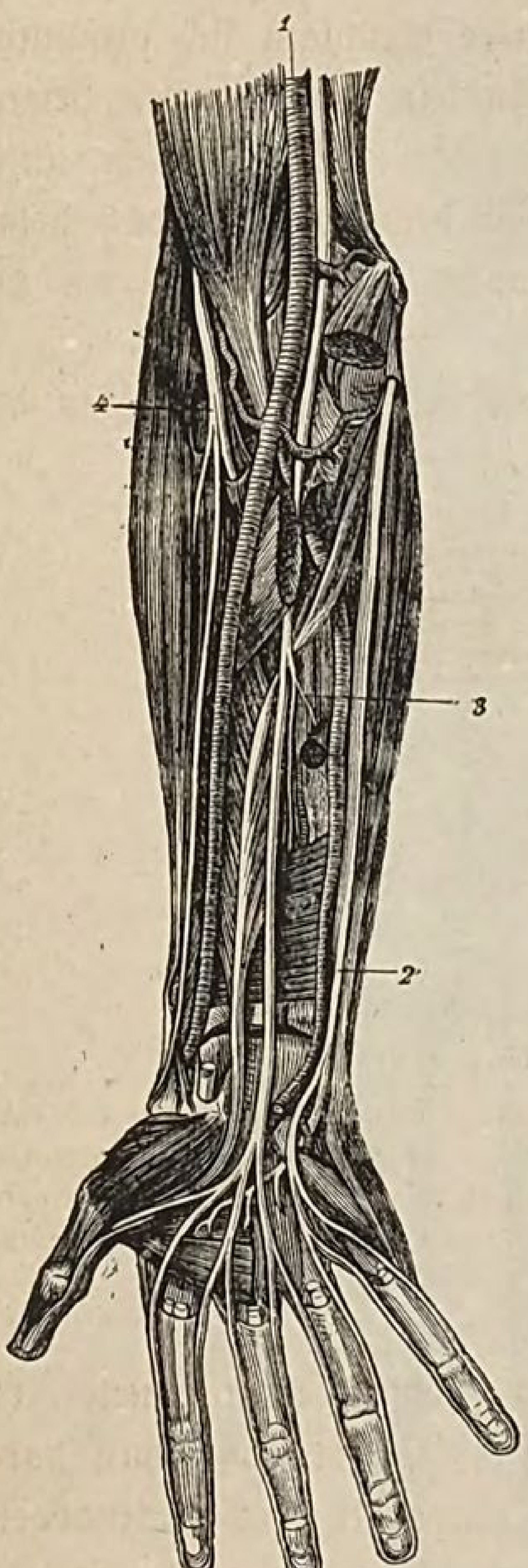


Fig. 228. Der rechte Arm. 1 Pulsader. — 2 Ellenbogennerv. — 3 Mittlerer Nerv. — 4 Speichennerv.

Dieses Beispiel lehrt uns aber auch, wie Ursprung und Ansatz der Muskeln wechseln können. Wenn wir die Hand frei halten, so ist der Daumen viel beweglicher, als die Knochen der Mittelhand, und dann bewegt der Beugemuskel des Daumens den Daumenfinger gegen die Mittelhand hin, entspringt also an letzterer, während er am Daumen sich ansetzt. Stützen wir dagegen die Spitze des Daumens auf die Tischkante und lassen die Mittelhand herabhängen, so wird, wenn jetzt sich der genannte Muskel zusammenzieht, der Daumen unbeweglich sein; der Muskel wird nicht den Daumen gegen die Mittelhand, sondern umgekehrt die Hand empor gegen den Daumen ziehen, und er wird also für diese Bewegung seinen Ursprung am Daumen und seinen Ansatz an der Mittelhand haben.

Nicht immer haben die Muskeln so einfache Arbeit auszuführen. Die Muskeln machen nicht nur den größten Theil unseres Körpergewichtes aus, sondern bestimmen auch wesentlich die Form unseres Körpers. Wir sahen an der Hand, wie ganz anders die Form derselben ist, nachdem man die Weichtheile beseitigt hat: ein Blick auf die

Knochen des Armes lehrt uns, daß dies für den übrigen Körper nicht minder Geltung habe. Die Muskeln liegen an Arm und Bein nicht quer gegen den Knochen hin, welchen sie bewegen, wie es bei dem Muskel der Fall ist, welcher den Daumen gegen die Mittelhand bewegt, — sondern in der Längsrichtung der Knochen, an letztere gleichsam sich anschmiegend. Soll nun durch die Verkürzung der Muskeln ein Knochen bewegt werden, so gehört dazu eine längere Handhabe oder Sehne, welche unter der Haut bis zu dem Knochen hin geht, den sie bewegen soll, das heißt, an welchen sie sich ansetzt. Auch hierfür finden wir Beispiele an der Hand, und zwar an den Fingern.

Die Muskeln, welche die Finger beugen und strecken, liegen am

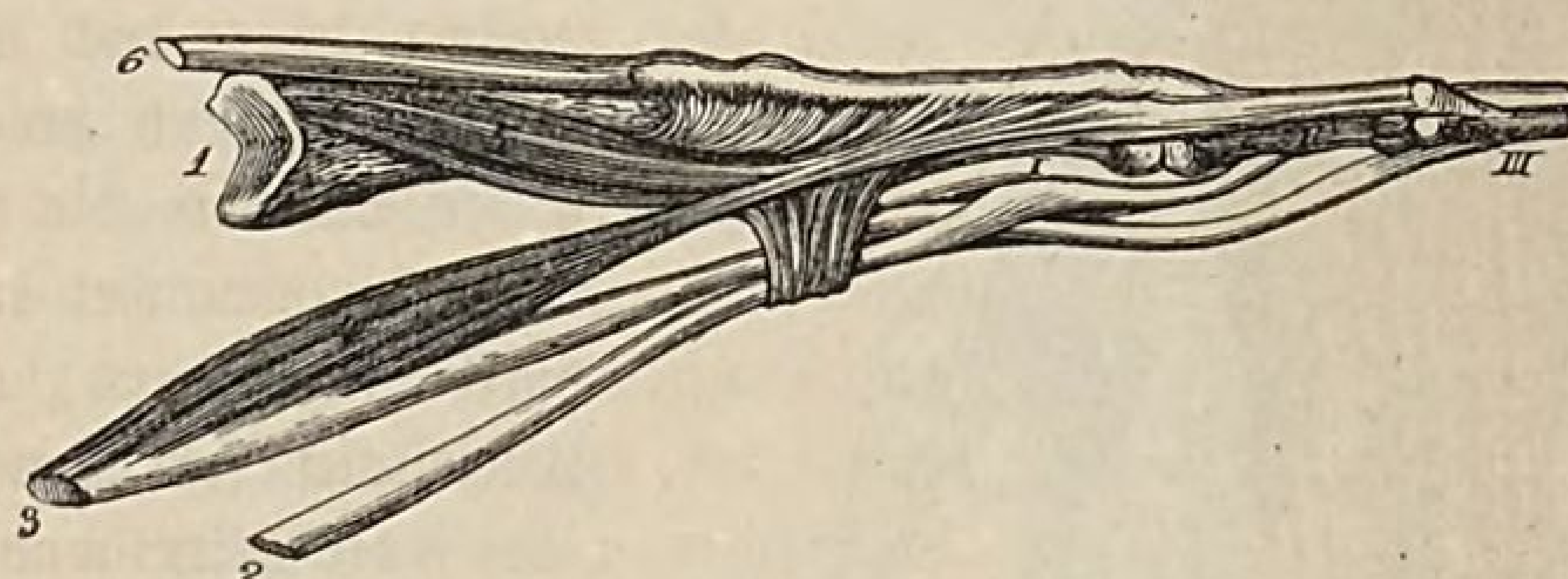


Fig. 229. Die Knochen eines Fingers mit Muskeln und den Sehnen der beiden gemeinsamen Fingerbeuger (von der Seite gesehen).

1 Mittelhandknochen, — I, II, III erstes, zweites, drittes Glied des Fingers; — 2 Sehne des oberflächlich gelegenen Fingerbeugers (Flexor digitorum sublimis). — 3 Sehne des tiefer gelegenen Fingerbeugers (Flexor digitorum profundus). — 4 Regenwurmförmiger Muskel (Musculus lumbriculis tertius). — 5 Zwischenknochenmuskel (Musculus internus secundus). — 6 Sehne des Fingerstreckers (Extensor digitorum communis).

Unterarm. Man kann sie sehen und fühlen, sobald man seinen Arm mit der offenen Hohlhand nach oben auf den Tisch legt; umfaßt man dann mit der andern Hand den Unterarm etwas unterhalb des Ellenbogengelenkes, so fühlt man, sobald man die Finger schnell krümmt, die Zusammenziehung des „Finger-Krümmers", und sobald man sie schnell ausstreckt, die Zusammenziehungen des auf der entgegengesetzten Seite des Armes gelegenen „Finger-Streckers". Indem diese Muskeln sich zusammenziehen, sich verkürzen, ziehen sie an einer etwa $1 \frac{1}{3}$ Spanne langen weißen festen Sehne, welche unter der Haut nach vorn läuft bis an die Finger. Hier werden auf der Seite der Hohlhandfläche zwei Sehnen, auf der Seite der Rückenfläche der Finger eine Sehne durch die Muskeln in Be-



Fig. 230. Zwischenknochenmuskeln der Hand und Sehnen der Fingerstrecker.

Man sieht die „Rückenseite" der Hand und bemerkt am Unterarm zwischen R der Speiche und zwischen U der Elle ein Stück des viereckigen Armrollers (Musculus pronator quadratus). Darunter befinden sich die Knochen der Handwurzel, an welche die Knochen der Mittelhand eingefügt sind. Am Daumen befindet sich B I der erste Zwischen=

wegung gesetzt. Die beiden Sehnen, welche sich an der Beugeseite der Finger befinden, sind außerordentlich kunstreich und zweckmäßig angeordnet. Die oberflächlich liegende (Fig. 229, 2) tritt durch einen aus Sehnenfasern gebildeten Querring und spaltet sich dann gabelig, um an das zweite, mittlere Fingerglied sich anzusetzen; die tiefer liegende (3) tritt unterhalb der vorigen durch den erwähnten Ring, geht dann zwischen den beiden Schenkeln, in welche die vorige auseinander tritt, hindurch und setzt sich zum dritten Fingergliede fort, zum äußersten oder Nagelgliede; außerdem befindet sich an dieser Sehne noch ein kleiner Muskel, der regenwurmförmige Muskel (4), welcher von der Sehne entspringt und seinerseits mittelst einer strahlig sich ausbreitenden Sehne an dem obersten ersten Fingergliede seinen Ansatz nimmt; wenn die Sehne (3) fest gespannt ist, kann dieser Muskel wirken und verstärkt dann die Krümmung des Fingers. Indem diese drei Muskeln zu gleicher Zeit sich zusammenziehen, so daß jeder derselben ein Fingerglied beugt, kommt hierdurch eine gerundete, graziöse Fingerbeugung zu

Stande; wegen ihrer gleichzeitigen Wirkung ist es aber auch sehr schwierig, nur ein einzelnes Fingerglied auf einmal zu bewegen, und es erfordert dies viele Uebung.

In ähnlicher Weise liegt auch derjenige Muskel, welcher den kleinen Finger abziehen kann von dem neben ihm befindlichen vierten Finger und welcher uns ermöglicht, diese Bewegung mit einer gewissen Kraft auszuführen, in der Längsrichtung der Hand; er ist deßhalb noch deutlicher zu fühlen. Fig. 230 zeigt uns die rechte Hand von der Rückenfläche aus gesehen. An ihrem „inneren" Rande (neben dem Mittelhandknochen des kleinen Fingers) erblickt man den Abziehemuskel des kleinen Fingers D und sieht, wie er in eine lange Sehne sich fortsetzt, d, welche am Gelenke des zweiten Fingergliedes sich ansetzt. Wenn man nun seine rechte Hand frei hält, die Finger streckt, dann mit dem Daumen und dem zweiten und dritten Finger der linken Hand den unterhalb des kleinen Fingers gelegenen Ballen an der innern Seite der Hand umfaßt und hierauf den kleinen Finger schnell und kräftig vom Ringfinger abzieht, so fühlt man die Zusammenziehungen dieses Muskels deutlich an seiner Hand.



Fig. 231. Die Zwischenknochenmuskeln der rechten Hand.
I, II, III, IV, V erster bis fünfter Mittelhandknochen. — 1, 2, 3, 4 erster bis vierter äußerer Zwischenknochenmuskel, — 5, 6, 7 erster, zweiter, dritter innerer Zwischenknochenmuskel.

Ganz in ähnlicher Weise sind die zwischen den Knochen der Mittelhand liegenden „Zwischenknochenmuskeln" angeordnet, welche von der Seite der Mittelhand entspringend, sich an das erste Fingerglied ansetzen und dieses, mithin auch den ganzen Finger, nach beiden Seiten bewegen.

---

knochenmuskel (Musculus interosseus externus primus) mit α seinem vorderen Kopfe am ersten Mittelhandbein und β dem hintern Kopfe am zweiten Mittelhandbein, — B II der zweite äußere Zwischenknochenmuskel — B III der dritte, B IV der vierte mit α dem vordern und β dem hintern Kopfe, $\gamma\ \gamma$ die abgeschnittenen Sehnen der beiden Fingerstrecker des Zeigefingers, welche sich bei $\delta\ \delta$ an das zweite Glied ansetzen, $\varepsilon\ \varepsilon$ die beiden seitlichen Schenkel, die bei ζ sich vereinigt an das Nagelglied ansetzen. $\eta\ \eta$ sehnige Ausbreitungen nach der Mitte hin, welche die einzelnen Theile zusammenhalten. — D Der Abzieher des kleinen Fingers, welcher bei e vom Erbsenbeine P entspringt und sich bei d in die Strecksehne fortsetzt. Bei F befindet sich in der Tiefe der Gegensteller des kleinen Fingers. Von den innern Zwischenknochenmuskeln kann man nur die unteren Enden des zweiten und dritten C II und C III erkennen.

Die „Beugeseite" der Hand, mit den entsprechenden Muskeln, zeigt Fig. 227, B.

Man erkennt hieraus, daß unsere Hand ein vielfach zusammengesetztes Gebilde ist, und da für jede der vielen Bewegungen, welche wir mit Finger und Hand ausführen können, besondere Muskeln nothwendig sind, so sind diese in großer Zahl auf unserer Hand angeordnet.

Die Zwischenknochenmuskeln der Hand werden unterschieden in äußere und innere, während sie doch zwischen den einzelnen Knochen liegen, also in Bezug auf die Hand immer innere Muskeln sind. Die Bezeichnungen „innen" und „außen" werden aber in der Anatomie nicht auf die Lage der einzelnen Theile, sondern auf ihr Verhältniß zum ganzen Körper bezogen, und man nennt nach „innen" gelegen dasjenige, was gegen die Mittellinie des Körpers hin gelegen ist, — nach „außen" dagegen, was von derselben abgewendet liegt. — Die regelrechte Stellung unseres Unterarmes und folglich auch der an demselben hängenden Hand ist die, daß die Beugeseite des Armes und der Finger nach vorn, mithin der kleine Finger gegen die Mittellinie des Körpers hin gerichtet ist, der Daumen nach außen. Demgemäß heißt die Seite der Hand, an welcher der kleine Finger liegt, die innere, — diejenige, an welcher der Daumen sich befindet, die äußere; — auch die Zwischenknochenmuskeln der Hand werden so mit Rücksicht auf eine von oben nach unten durch den ganzen Körper gedachte Mittellinie (als den innersten Theil des Körpers) je nach ihrer Lage neben den Knochen in innere und äußere unterschieden.

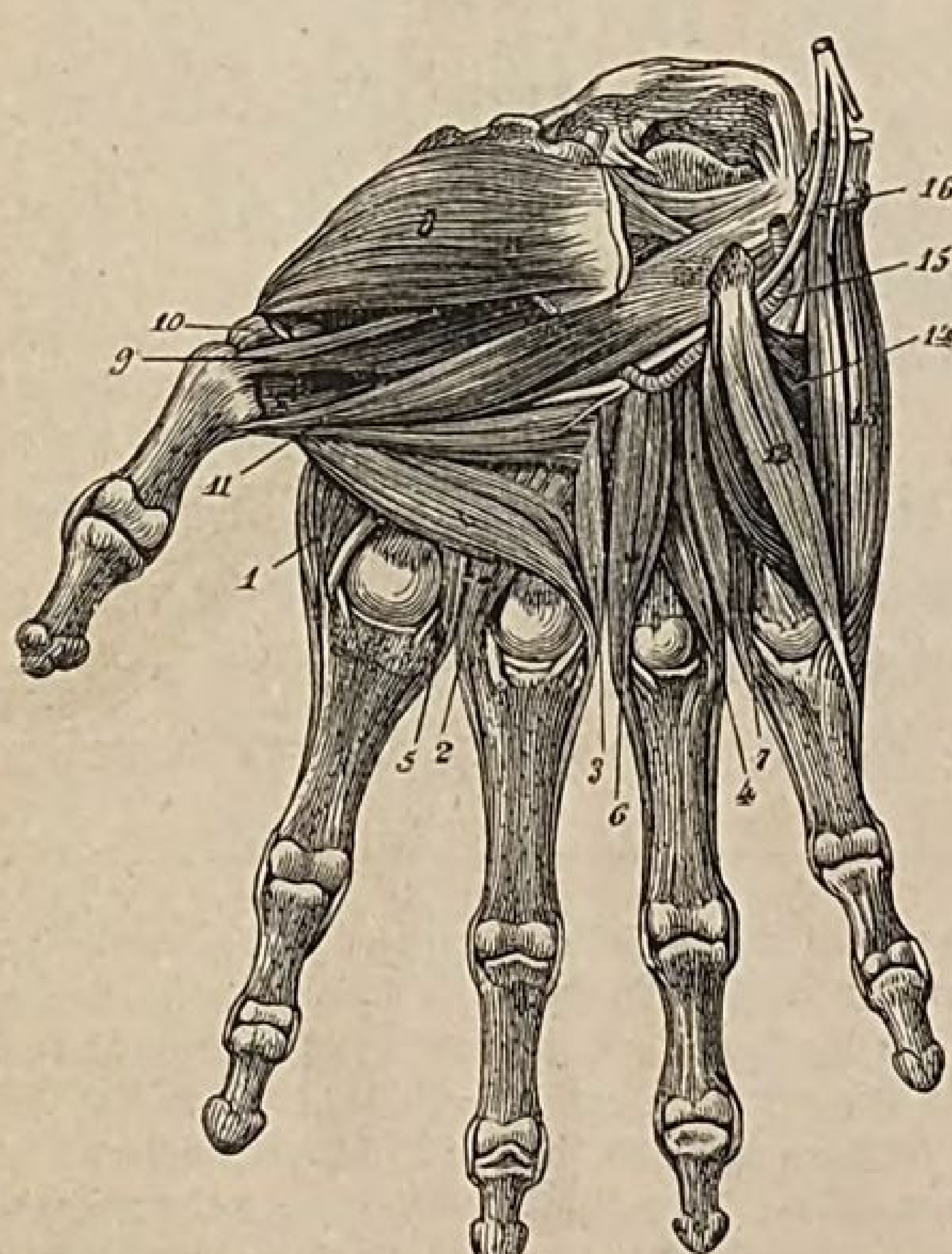


Fig. 232. Die Muskeln der rechten Hand, — nach Entfernung der regenwurmförmigen Muskeln und sämmtlichen Sehnen der langen Fingerbeuger.

Betrachten wir die Muskeln der rechten Hand, nachdem die vorher erwähnten Sehnen der Beugemuskeln und die an die tiefer gelegene Sehne sich ansetzenden regenwurmförmigen Muskeln entfernt worden sind, so sehen wir zunächst Fig. 232, 1, 2, 3, 4 den ersten bis vierten äußern Zwischenknochenmuskel und neben demselben 5, 6, 7 den ersten, zweiten und dritten innern Zwischenknochenmuskel. —

8 Der Ballen des Daumens (Opponens pollicis) zieht den Daumen nach innen gegen den kleinen Finger hin und hilft die Hand hohl machen. Unter ihm liegt 9, 10 der kurze Beuger des Daumens. In 11 sehen wir den uns bereits bekannten Anzieher des Daumens. — 12 Am kleinen Finger liegt dessen kurzer Beuger und 13 der vorhin erwähnte Abzieher. 14 Der dem kleinen Finger entgegengesetzt liegende Muskel, welcher ebenfalls die Hand hohl machen hilft. 15 Die in der Hohlhand bogenförmig verlaufende Pulsader, und 16 die Fortsetzung des Ulnarnerven, welcher nicht nur den vierten Finger, sondern auch einen Theil der Hohlhand versorgt, weßhalb man beim Stoß an den Ellenbogen in diesen Theilen den Druck auf den Nerven als Schmerz empfindet.

Ueber diesen Muskeln liegen, wie bereits erwähnt, die Sehnen der Fingerbeuger, und entfernt man nur die äußere Haut und das Fett, sowie die oberflächliche, die Weichtheile in ihrer Lage erhaltende Sehnenhaut, so überblicken wir das kunstvolle, vielfach zusammengesetzte Gebilde der menschlichen Hand und den seltsam gegliederten Bewegungsapparat derselben.

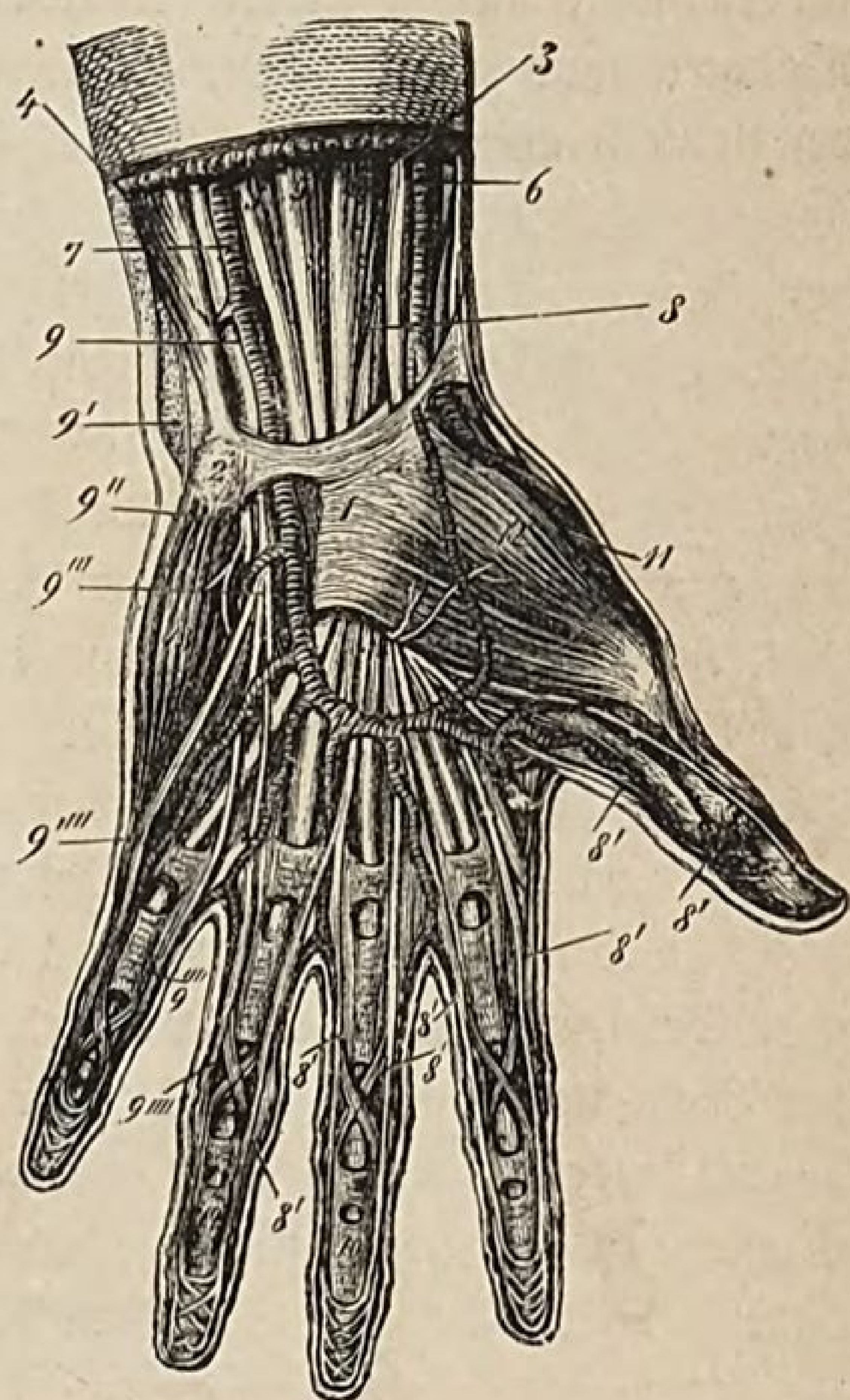


Fig. 233. Die Beugeseite der linken Hand nach Entfernung der äußern Haut und der Aponeurosis palmaris.

Wir erblicken unterhalb der durchschnittenen (ziemlich dicken) äußern Haut und der unter dieser liegenden Fett-Zellenschicht an dem innern Rande des Vorderarmes Fig. 233, 4 den „Beugemuskel der ganzen Hand auf der Ellenbogenseite" (Flexor manus ulnaris), dessen Muskelfasern unter spitzem Winkel sich an die nach außen liegende Sehne ansetzen; letztere ist an 2 das „Erbsenbein" der Handwurzelknochen angeheftet, beugt also die ganze Hand, wenn der Muskel sich verkürzt. Diesen unterstützend in seiner Thätigkeit, liegt auf dem äußeren Rande 3 der

Beugemuskel der ganzen Hand auf der „Speicheseite“ (Flexor manus radialis), welcher ebenfalls an die Handwurzelknochen sich ansetzt. Zwischen diesen beiden Muskeln befinden sich 5, 5, 5 die oberflächlich liegenden Beugemuskeln der Finger, deren Sehnen wir in der Hohlhand nach den Fingern strahlig sich verbreiten sehen. Am äußern Rande verläuft 6 die „Speichen-Pulsader“ (Arteria radialis), an welcher bekanntlich in der Regel der Puls gefühlt wird; ihr gegenüber verläuft 7 die „Ellenbogen-Pulsader“ (Arteria ulnaris), welche mit der vorigen in der Hohlhand 14 einen Bogen bildet, der ähnlich wie die am Magen erwähnten Bögen zwischen zwei Pulsadern den Vortheil hat, daß die in der Nähe des Bogens liegenden Theile regelmäßig und reichlich mit Blut versorgt werden. Hätten wir diesen Bogen nicht, so würden Hand und Finger weniger Blut erhalten, würden leichter von der Einwirkung der Kälte erstarren, gefühllos werden und unser Tastgefühl würde überhaupt nicht so fein sein. Dicht neben der Ellenbogen-Pulsader liegt 9 der „Ellenbogen-Nerv“ (Fig. 228, 2), welcher 9′ einen Zweig nach dem Rücken des Armes abgibt, sowie 9″ nach der Tiefe der Hand, ferner 9‴ Tastnerven nach der Oberfläche der Hohlhand und endlich 9⁗ Zweige für den kleinen Finger und den vierten Finger. Diesem Nerven entsprechend sehen wir nach außen 8 den von den Muskeln fast überdeckten „Mittelnerv“ (Fig. 228, 3), welcher 8′ Zweige zum Daumen, zum Zeigefinger, zum dritten Finger und an die äußere Seite des vierten Fingers abgibt. Diese so oberflächlich liegenden Pulsadern und Nerven würden bei den Anstrengungen und Kraftäußerungen, welche unsere Hand ausführt, bei der Rücksichtslosigkeit, mit welcher wir mit der Hand gegen Etwas schlagen oder auch an dieselbe gestoßen werden, leicht Verletzungen aller Art davontragen, wären sie nicht einestheils auf zweckmäßige Weise eingeschachtelt zwischen den Muskeln, anderntheils durch über sie hinweggehende „Bänder“ aus Sehnenfasern in der Lage erhalten. Wir sehen ein solches Band in der Richtung von 2 nach 1 über den Ellenbogen-Nerv und die Ellenbogen-Pulsader ausgespannt, welche beide wie unter einem schützenden Dache liegen; ein ähnliches, doch schmaleres Band findet sich auf der äußern Seite über der Speichen-Pulsader; die Sehnen des oberflächlichen Fingerbeugers werden zusammengehalten von einem breiten derben Bande dieser Art 1, welches das Hohlhandband genannt wird. Von ihm aus entspringt 12 der kurze Abzieher des Daumens (Musculus abductor pollicis brevis), welcher ebenfalls durch Zweige des mittleren Nerven (Fig. 228, 3) versorgt wird.

Unsere Handwurzel ist ein äußerst kunstvolles Gebilde. Sie besteht aus acht kleinen, dicken Knochen, welche in zwei Reihen über einander liegen (Fig. 234). Die Handwurzel stellt ein breites, gekrümmtes, beinahe viereckiges Mittelstück zwischen den Armknochen und den Mittelhandknochen dar und hilft die Hand in hohem Grade beweglich zu machen, ohne daß doch die Festigkeit sehr dabei leidet, weil die beiden Reihen der einzelnen Knochen selbst unter einander durch ein Gelenk verbunden sind. Außerdem bewirkt die Beweglichkeit der Handwurzel, daß wir unsere Hand fester und gerader ausstrecken können, als wenn diese nur durch ein einziges Gelenk unmittelbar mit dem Arm verbunden wäre. Wenn trotzdem die einzelnen Knochen mit erheblicher Festigkeit an einander haften und Verletzungen der Handwurzel, wie die Erfahrung uns lehrt (selbst bei Schmieden, Athleten, Turnern, Handarbeitern) äußerst selten vorkommen (obgleich doch diese ihren Handgelenken bedeutende Anstrengungen zumuthen), so liegt dies ebensowol darin, daß die einzelnen Knochen durch kurze, feste Sehnenbänder, welche an ihnen angewachsen sind, fest zusammengehalten werden, — als auch darin, daß die Knochen vermöge ihrer Gestalt in einander gleichsam hineingeschachtelt und geschichtet sind.

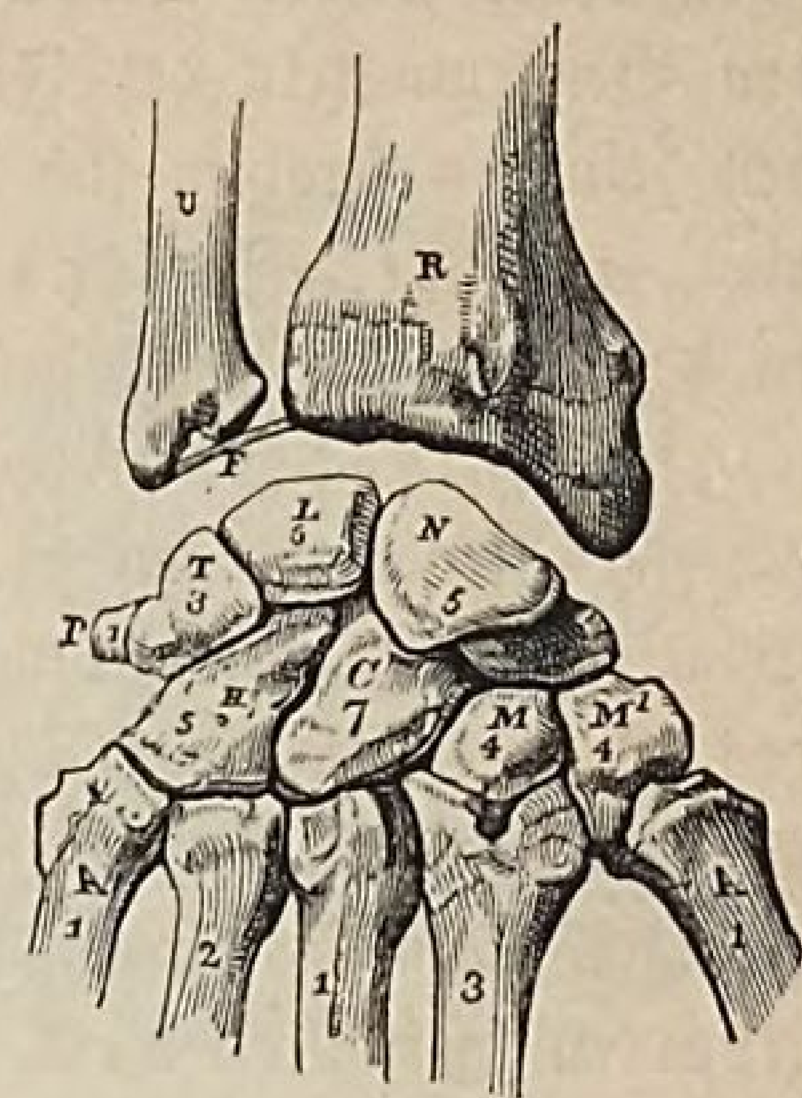


Fig. 234. Handwurzelknochen (Carpus) der rechten Hand, — nebst den angrenzenden Theilen der Vorderarmknochen und der Mittelhandknochen, von der Rückenseite aus gesehen. R Das untere Ende der Speiche (Radius). — U Unteres Ende des Ellenbogenbeines (Ulna). — F Dreieckiger Faserknorpel des Handgelenkes. — N Kahnbein (Os naviculare). — L Mondbein (Os lunatum). — T Dreieckiger Knochen (Os triquetrum). — P Erbsenbein (Os pisiforme). — M′ Großes vielwinkeliges Bein (Os multangulum majus). — M Kleines vielwinkeliges Bein (Os multangulum minus). — C Kopfbein (Os capitatum). — H Hakenbein (Os hamatum). — A Mittelhandknochen (Ossa metacarpa). — Die Nummern, welche auf den Handwurzel- und Mittelhand-Knochen sich befinden, bezeichnen die Anzahl der benachbarten Knochen, mit denen jeder einzelne von ihnen sich verbindet.

Trennt man nach Entfernung der Weichtheile und der Bänder die beiden Reihen der Handwurzel-Knochen von einander, so sieht man, wie das Kopfbein und Hakenbein der zweiten, der Hand zunächst liegenden Reihe mit zwei Gelenkflächen emporragen, welche in entsprechend tiefe Gruben des mondsichelförmigen und des dreieckigen Beines der ersten Reihe hineinragen; umgekehrt ragt das Kahnbein der ersten Reihe herab an das kleine und große vielwinkelige

Bein der zweiten Reihe, an welches letztere sich der Daumen ansetzt, — während auf dem innern Rande der dreieckige Knochen der ersten Reihe schief herab geht und das schräg aufsteigende Gelenkköpfchen des Hakenbeines umfaßt. Hierdurch wird bewirkt, daß die Handwurzelknochen nicht seitlich über einander hinweggleiten können. Feste Bänder und schräge Gelenkflächen hindern das Abgleiten nach dem Rücken oder der Innenfläche der Hand.

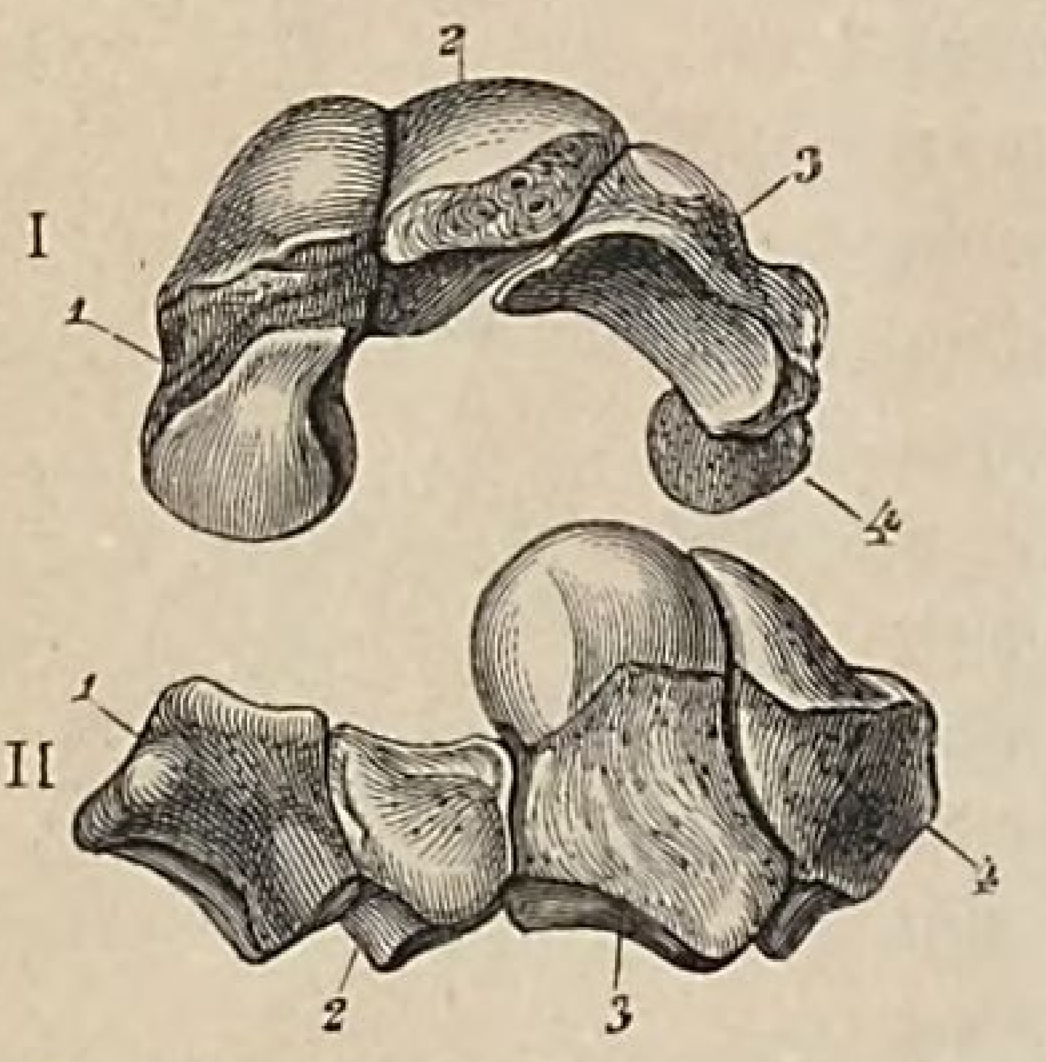


Fig. 235. Die Handwurzelknochen der linken Hand, von der Rückenfläche aus, nach Luschka.
I. Erste Reihe: 1 Kahnbein. — 2 Mondbein. — 3 Dreieckiger Knochen. — 4 Erbsenbein.
II. Zweite Reihe: 1 Großes vielwinkeliges Bein. — 2 kleines vielwinkeliges Bein. — 3 Kopfbein. — 4 Hakenbein.

Eine klare Vorstellung von dem Lagerungsverhältnisse der acht Handwurzelknochen zwischen Vorderarm und Mittelhand, und der Art der Gelenkverbindungen zwischen diesen, kann man nur durch Betrachtung eines (Stirn-) Durchschnittes durch die Knochen und Gelenke der Hand gewinnen*): Fig. 236.

Die Betrachtung der Gelenkverhältnisse in unserer Abbildung lehrt, daß nicht nur die beiden Knochen des Vorderarmes in der Nähe der Handwurzel sich ein wenig an einander drehen können (a), sondern daß auch ein großes Gelenk querüber zwischen Vorderarm und Handwurzel besteht (b), welches durch eine eingeschobene dreieckige Knorpelscheibe (3) zwischen Ellenbogenknochen und dem großen dreieckigen Knochen der ersten Reihe vervollständigt wird. Von den Handwurzelknochen bilden eigentlich nur sechs (4, 5, 6 der ersten Reihe und 9, 10, 11 der zweiten) zusammen ein gemeinsames Gelenk und übertragen die Gelenkverbindung auch ihrerseits auf die Mittelhandknochen, während das kleine Erbsenbein (7) auf der innern Seite ziemlich frei steht; — ebenso hat der große vieleckige Knochen (8) auf äußerem

---

*) „Stirn"- oder „Frontal"-Durchschnitte nennt man diejenigen, welche in der Richtung der Stirnnaht am Scheitel, also von einer Seite zur andern durch den Körper gemacht werden; „Pfeilnaht" oder „Sagittal"-Durchschnitte heißen diejenigen, welche in der Richtung von vorn nach hinten, also in der Richtung der Pfeilnaht des Schädels ausgeführt worden sind.

Rande ein selbständiges Gelenk mit den übrigen Handwurzelknochen und mit dem Daumen, so daß er zur Beweglichkeit des letzteren, sowie zum Krümmen des Handgelenkes, wenn wir die Innenhand hohl machen, beiträgt. — Das Handgelenk ist aber immer gekrümmt. Die Knochen liegen nicht glatt neben einander in einer Ebene, sondern, wie wir bereits gesehen haben, hakenförmig gekrümmt. Diese hakenförmige Krümmung wird aber vervollständigt durch das der Handwurzel eigene dicke Sehnenband, so daß aus beiden ein flacher Ring gebildet wird.

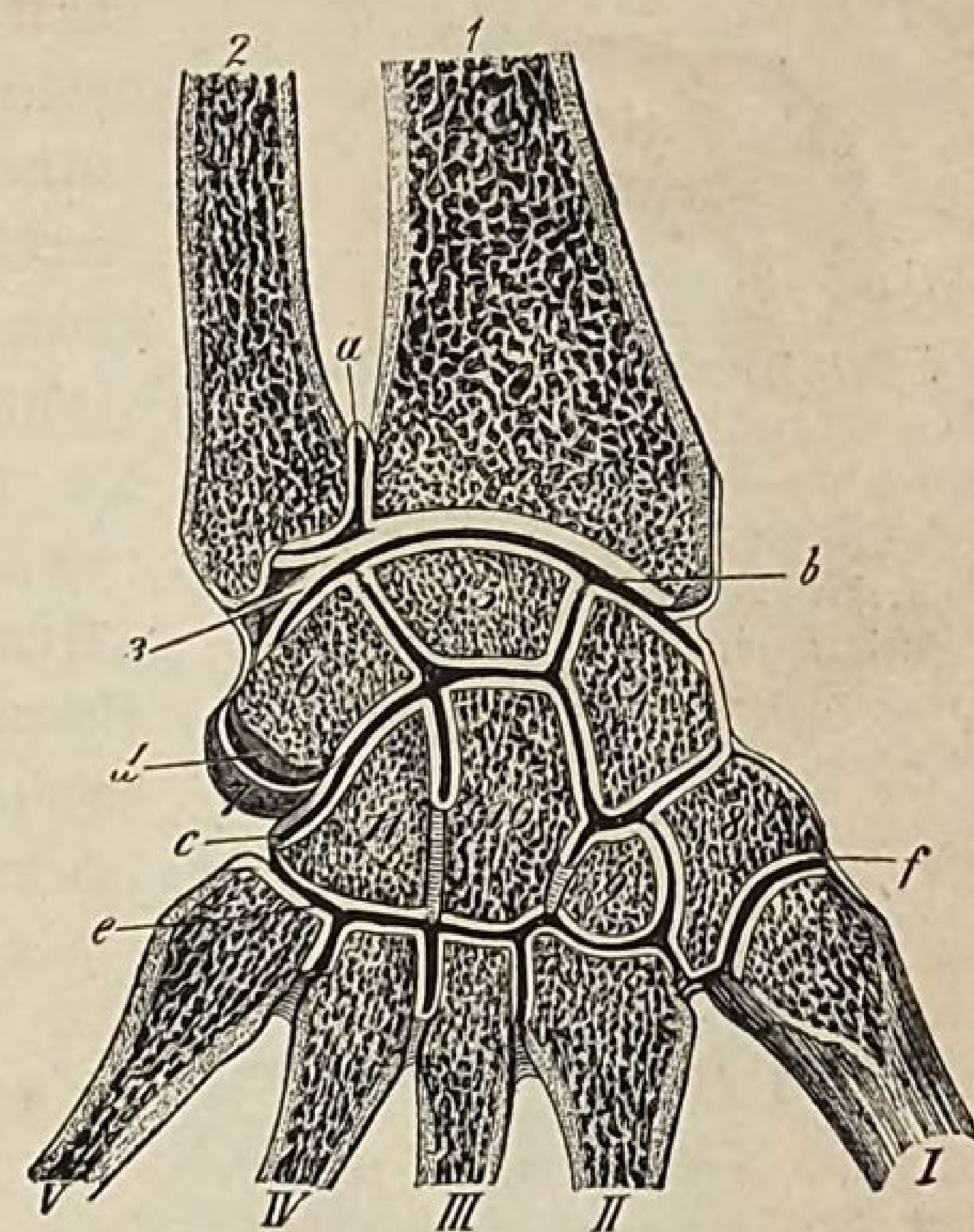


Fig. 236. Durchschnitt durch die Handgelenke der linken Seite. (Nach Luschka.)

1 Speiche. — 2 Ellenbogenknochen; — a Gelenk zwischen beiden. — 3 Dreieckiges Knorpelstück, — b Gelenk zwischen Unterarm und Handwurzel, — d besonderes Handwurzelgelenk. — 7 Erbsenbein, — 6 dreieckiger Knochen, — 5 Mondbein, — 4 kahnförmiger Knochen; — c gemeinsames Handwurzelgelenk zwischen der ersten und zweiten Reihe. — 11 Hakenbein, — 10 Kopfbein. — 9 Kleiner und 8 großer viereckiger Knochen; — f Gelenk zwischen Handwurzel und Mittelhand. — I Erster Mittelhandknochen für den Daumen. — II, III, IV, V Mittelhandknochen der andern vier Finger; — e gemeinsames Gelenk zwischen Handwurzel und Mittelhand.

Betrachtet man die Handwurzel von der untern, gegen die Mittelhand gerichteten, Seite aus: so sieht man, wie ihre vier Knochen zusammengefügt sind in Form eines Bogens. Die beiden äußersten, der vielwinkelige größere Knochen (Fig. 237, 1), an welchem man die Gelenkfläche für den Mittelhandknochen des Daumens bemerkt, — sowie (4) das Hakenbein, dessen Haken man nach unten hervorragen sieht, — dienen als Anheftungspunkte für das dicke Band aus weißen Sehnenfasern, welches stärker ist, als daß es ein Mensch selbst bei der höchsten Kraftanstrengung zu zerreißen im Stande wäre. Dieses Band bildet mit dem Knochenbogen einen Ring, durch welchen die Sehnen für die Muskeln der Finger laufen.

Entfernen wir vom Handgelenke alle Weichtheile, welche außerhalb

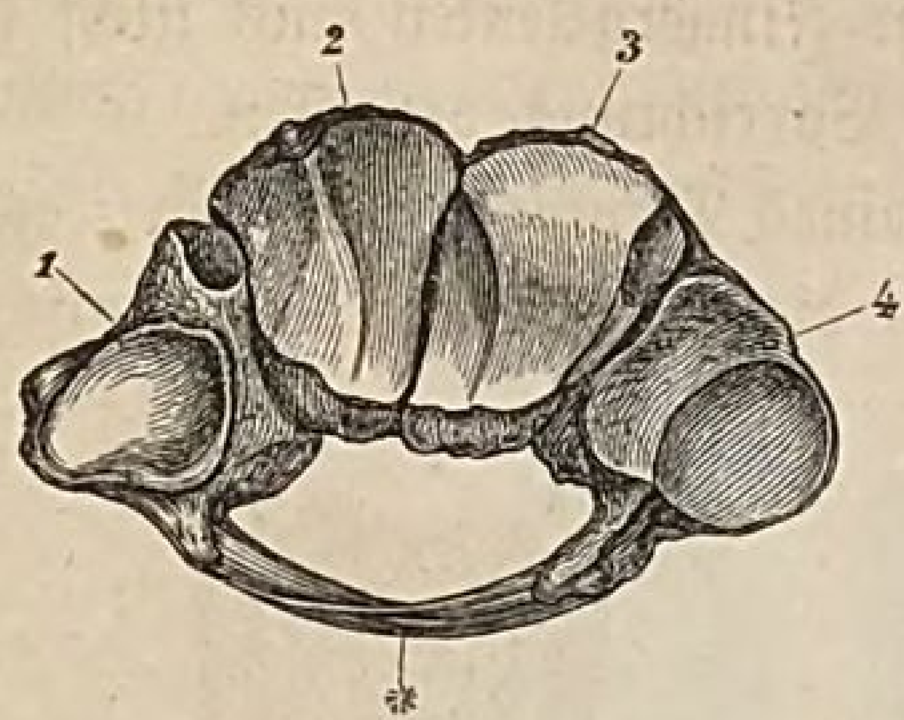


Fig. 237. Zweite Reihe der Handwurzelknochen der linken Hand, an der dem Mittelhandknochen zugewendeten Fläche gesehen. (Nach Luschka.)

1 Großer vielwinkeliger Knochen. — 2 Kleiner vielwinkeliger Knochen. — 3 Kopfbein. — 4 Hakenbein. — * Hohlhandband (Ligamentum carpi volare proprium).

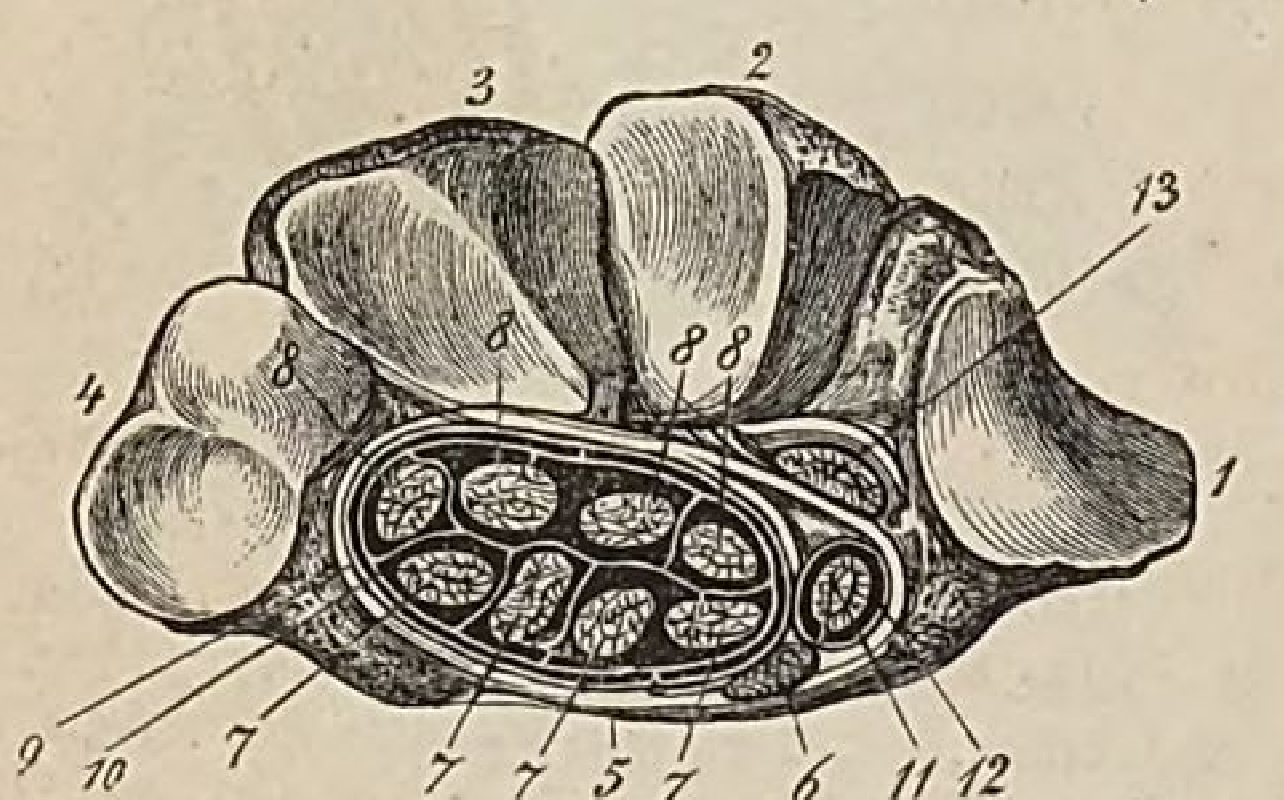


Fig. 238. Der Handwurzelring der rechten Seite in der Gelenkfläche der zweiten Reihe der Handwurzelknochen durchschnitten, von der Richtung der Mittelhand aus gesehen. (Nach Luschka.)

1 Großer vielwinkeliger Knochen mit der Gelenkfläche für den Mittelhandknochen des Daumens, also an der äußern Seite gelegen. — 2 Kleiner vieleckiger Knochen. — 3 Kopfknochen. — 4 Hakenknochen. — 5 Hohlhandband.
6 Durchschnittener Muskelnerv. — 7, 7, 7 Die Sehnen des oberflächlich liegenden Fingerbeugemuskels. — 9 und 10 äußeres und inneres Blatt der Gelenkschmierkapsel (Vagina synovialis communis). — 11 Sehne des langen Daumenbeugers. — 12 Gelenkschmierkapsel um denselben. — 13 Sehne des Handbeugers an der Speichenseite.

dieses Ringes liegen, und durchschneiden das Handgelenk genau an der Stelle, wo die Handwurzel an die Mittelhand-Knochen grenzt, so sehen wir, daß nicht nur diese acht Sehnen der Beugemuskeln in dem Ringe sich befinden, sondern daß diese wiederum mit besonderen Trennungsvorrichtungen versehen sind, und daß außer ihnen auch noch die Sehne des äußern Handbeugers (Fig. 238, 13), die Sehne des langen Daumenbeugers (11) und der Mittelnerv (6) von dem „Ringe“ aufgenommen werden. In diesem liegen sie sicher und geschützt, ohne daß eine Verschiebung ihrer Theile möglich wäre, ohne daß Druck von außen sie beschädigen könnte. —

Wir haben an den einzelnen Knochen des Handgelenkes eine Art Gelenkverbindung kennen gelernt, bei welcher die Knochen nur wenig aneinander sich verschieben können. Für unsere Hand reichte diese Beweglichkeit aus, weil mehrere Gelenke hinter einander ihre Bewegung vereinigen, so daß als Gesammterfolg eine größere Krümmung aus der Bewegung entspringt, — dann aber auch weil bei der Länge der Mittelhand und der Finger eine kleine Bewegung in den Gelenken der Handwurzel schon eine erhebliche Ortsveränderung der Fingerspitzen nach sich zieht. Immerhin würde eine derartige

geringe Gelenkverschiebung an den einzelnen Fingergelenken uns nicht genügen können; vielmehr ist da eine andere Vorrichtung getroffen.

Durchschneiden wir die beiden Glieder eines Daumens von vorn nach hinten (also im Sagittalschnitt), so sehen wir die Gelenkverbindung zwischen beiden (Fig. 239, 3) derart, daß das erste Glied des Daumens als ein rundes Köpfchen endigt, dem Stücke einer Kugel entsprechend und mit weißem, glattem Knorpel überzogen, — während der Gelenktheil des zweiten Gliedes ein entsprechendes Stück einer Hohlkugel darbietet, in welches das Köpfchen des ersten Gliedes herein ragt. Auch die Innenfläche dieser Hohlkugel ist mit einer weißen glatten Knorpelschicht überzogen. Mittelst dieser beiden Schichten gleiten diese Flächen leicht an einander vorüber. Da aber die Gelenkfläche des Nagelgliedes kleiner ist, als die Gelenkfläche des ersten Daumengliedes, so kann das zweite Glied eine nicht unbeträchtliche Ortsveränderung auf dem ersten vornehmen, sobald entweder der lange Beugemuskel des Daumens sich verkürzt und seine Sehne anzieht (7) oder der lange Strecker des Daumens mit seiner Sehne (8) ein Gleiches thut. Wir können den Erfolg dieser Zusammenziehungen beobachten, wenn wir mit Daumen und Zeigefinger der einen Hand das erste Glied unseres Daumens festhalten und nun die Spitze des Daumens beugen oder strecken.

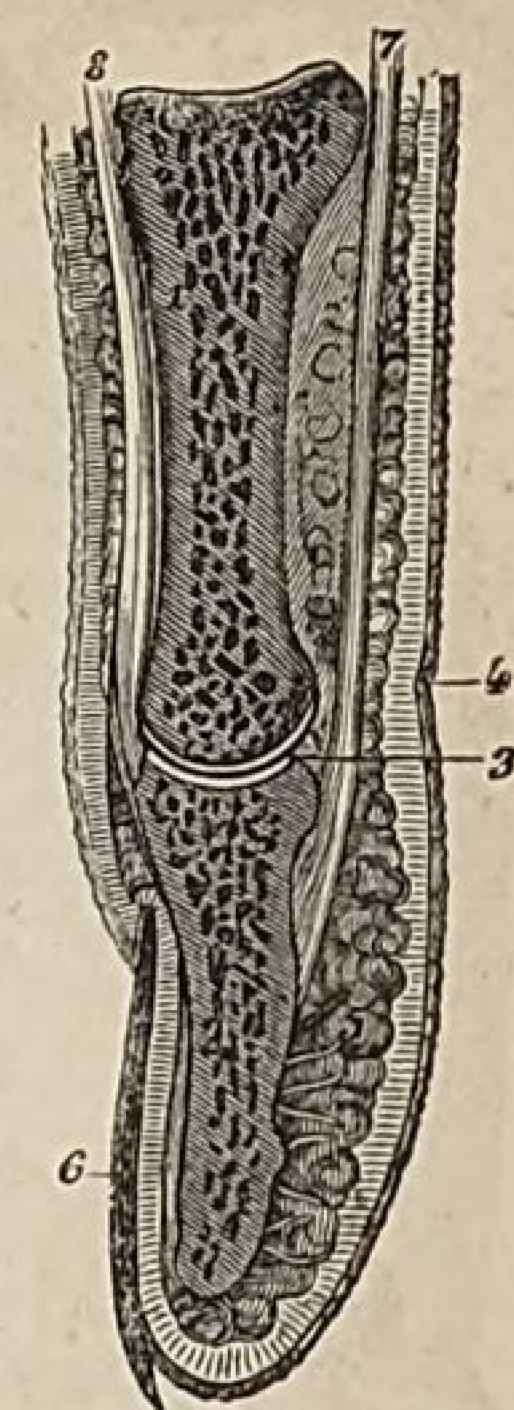


Fig. 239. Längsdurchschnitt des Daumens.

1 Erstes Glied. — 2 Nagelglied. — 3 Gelenkspalte zwischen beiden. — 4 Hautfurche, der Gelenkspalte entsprechend. — 5 Fettpolster oder Tastpolster unmittelbar unter den Tastwärzchen gelegen und zur größern Festigkeit von einzelnen Sehnenfäden durchsetzt. — 6 Nagel, nach hinten oder nach oben in die Haut eingefalzt. — 7 Sehne des langen Daumenbeugers. — 8 Sehne des langen Daumenstreckers. (Nach Luschka.)

Hierbei bemerken wir aber, daß wir das erste Daumenglied eben nur „beugen" oder „strecken" können. Wir vermögen keine andere Bewegung auszuführen; wir können das Nagelglied nicht nach der einen oder der andern Seite hin auf dem ersten Gliede bewegen. Dies liegt theils darin, daß die Gelenkoberfläche des ersten Gliedes nicht eine Kugeloberfläche ist, wie wir der schnellern Uebersicht wegen sagten und wie auf dem Sagittaldurchschnitt es scheint, sondern eigentlich mehr einer Walze

entspricht; — anderntheils aber wird auch jede Seitwärtsverschiebung verhindert durch starke, feste Sehnenbänder, welche zur Seite des Gelenkes sich befinden.

Alle unsere Finger sind durch walzenähnliche Gelenkoberflächen und durch starke Seitenbänder (Fig. 240, 1, 2, 3) vor dem Ausgleiten der Knochen nach der Seite und damit vor Verrenkungen geschützt. In der That wird Jeder aus seiner eigenen Erfahrung wissen, wie äußerst selten Verrenkungen der Finger trotz der bedeutenden Kraftanstrengungen, welche mit denselben ausgeführt werden, vorkommen, — Dank den kurzen festen Seitenbändern dieser Gelenke.

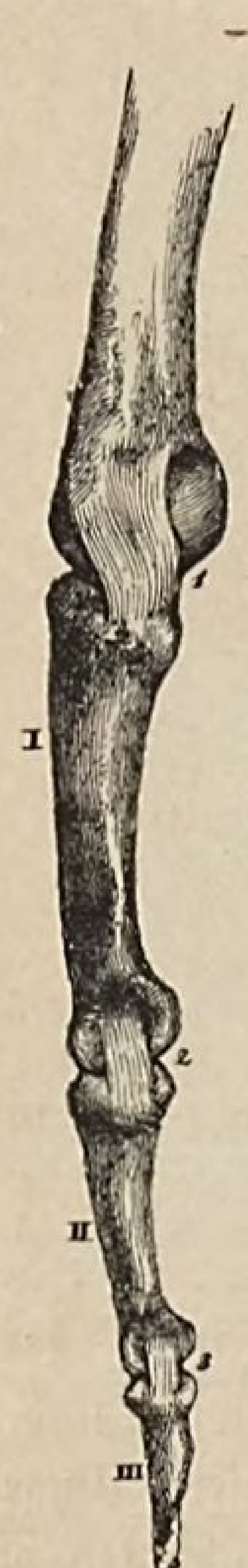


Fig. 240. Die Bänder an den Gliedern des Zeigefingers.
m d Mittelhandknochen. — I, II, III erstes, zweites, drittes Glied des Zeigefingers, 1, 2, 3 erstes, zweites, drittes Gelenk mit seinem starken Seitenbande.

Der Durchschnitt des Daumens (Fig. 239) zeigt uns noch eine ebenso überraschende als lehrreiche Vorrichtung: ein starkes Fettpolster (5) an der Beugeseite des Daumens unter der dicken Oberhaut dieses Fingers gelegen; dieses Fettpolster besteht aus fast zahllosen kleinen Fettzellen, wird durch kleine Bindegewebsfäden in Lage und Stellung erhalten und dient den zahlreichen „Tastwärzchen" als weiche Unterlage, indem es uns ebenso zum feinern Tasten befähigt, — als vor Schmerz beim Tasten behütet. Ein ähnliches, wenn auch minder dickes Polster liegt zwischen dem Knochen und dem Nagel, unter welchem ebenfalls zahlreiche Tastpapillen sich befinden.

Die kleinen Tastpapillen erstrecken sich unterhalb der Haut des Fingers rund herum um denselben. Man findet sie auch in dem Nagelwall zu beiden Seiten des Nagels und unterhalb des Nagels, wo sie das Nagelbett darstellen. Das „Kissen", welches zwischen Knochen und Nagel sich befindet, besteht aus einem lockern Fasergerüste, welches nicht durch Fett, sondern durch zahlreich in demselben verlaufende ziemlich große Blutgefäße warm und weich erhalten wird. Die Papillen auf der Oberfläche haben aber nicht nur den Nutzen des Tastens, sondern, wie die anderen Papillen auf der Haut, auch den der Ernährung; aus den

von ihnen gelieferten Nährstoffen bilden sich die Zellen der Haut, und da der Nagel dick ist, seine Zellen durch Austrocknung erhärten, so muß für deren Wachsthum reichlicher Nährstoff geliefert werden, und die Menge des daselbst fließenden Blutes ist daher keine geringe.

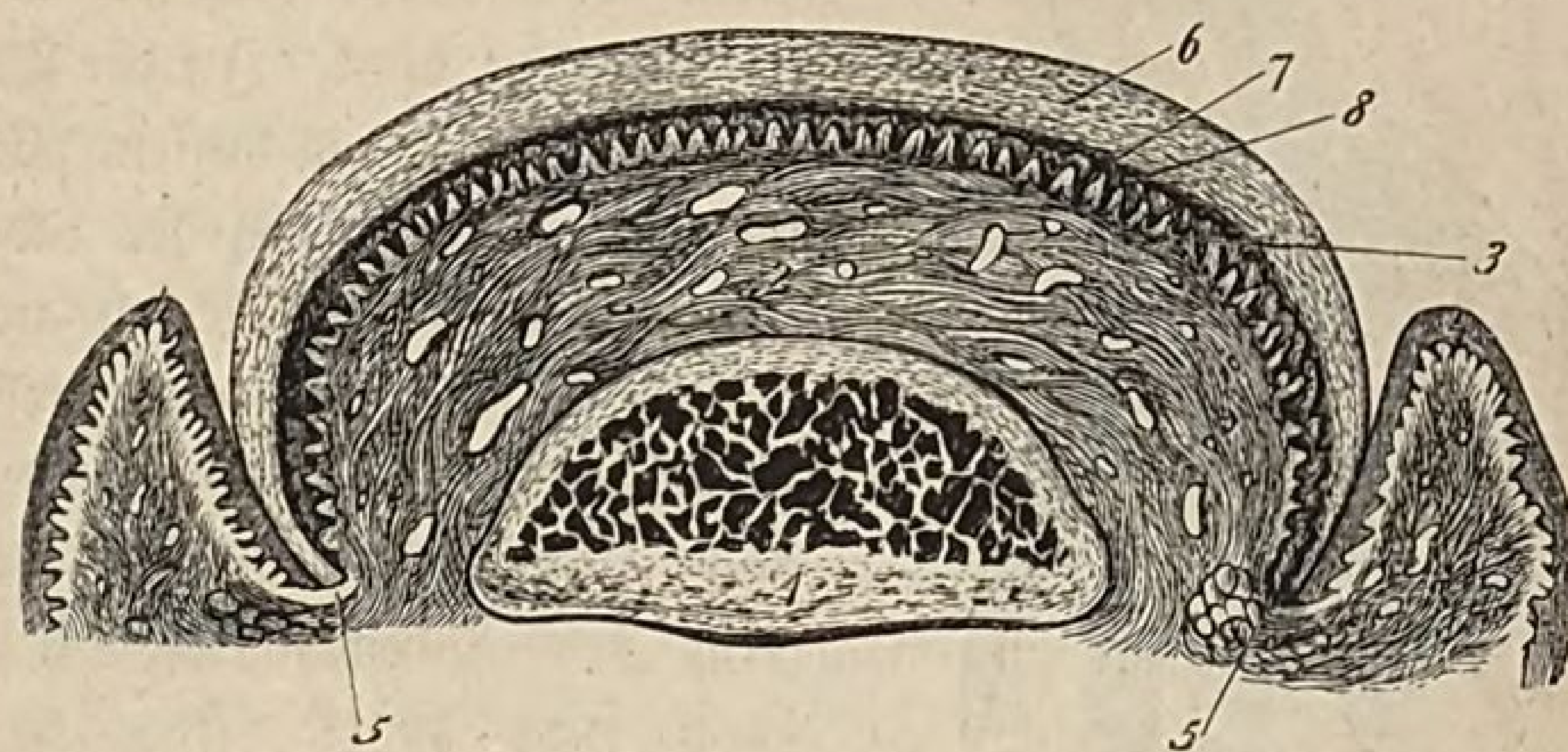


Fig. 241. Querdurchschnitt des Nagelgliedes vom kleinen Finger. (In zwanzigfacher Vergrößerung; nach Luschka.)

1 Knochen des Nagelgliedes. — 2 Fasergerüst des Nagelbettes mit den durchschnittenen Queröffnungen größerer Blutgefäße. — 3 Die Papillen des Nagelbettes. — 4 Nagelwall zu beiden Seiten. — 5 Nagelfalz. — 6 Die Hornschicht des Nagels. — 7 Die weiche Schicht junger Zellen, aus denen allmälig der Nagel erhärtet (Rete Malpighii). — 8 Dunkler Grenzstreifen zwischen der letzterwähnten Schicht und dem Nagel.

Diese Verbreitung der Tastpapillen rings um den Finger hat für uns im täglichen Leben den großen Vortheil, daß wir unbewußt und ohne sorgliches Aufmerken immer Tastwahrnehmungen über unsere Umgebung machen und demgemäß uns ebensowol über Form und Dichtigkeit der in unserer Nähe befindlichen Gegenstände unterrichten, als wir uns vor Gefahren zu schützen im Stande sind.

Die große Beweglichkeit unserer Hand und damit der Vortheil, den sie uns als Tastorgan und als Arbeitswerkzeug gewährt, wird aber wesentlich vermittelt: theils durch die vielen Gelenke der Finger und der Handwurzel, theils durch die zahlreichen Muskeln, welche zur Bewegung der einzelnen Theile der Hand dienen. Nachdem wir nun diese einzelnen Theile kennen gelernt haben, wird ein Gesammtüberblick über die Muskeln der Hohlhand uns den kunstvollen Bau derselben klar und bestimmt entgegentreten lassen.

Wir erblicken Fig. 242, 1 einen Theil des festen Sehnenbandes der Handwurzelknochen, welches so wichtig ist, die Sehnen der Beugemuskeln der Finger, sowie des äußern Beugemuskels der Hand und den Mittelnerven in ihrer Lage zu erhalten. — Ursprung und Ansatz des kurzen Daumenabziehers 2, das heißt eines jener Muskeln, welche den Daumen von den Fingern abziehen, sehen wir zum Theil; der übrige Theil ist weggeschnitten, damit die unterliegenden Muskeln gesehen werden können. — Der Gegensteller des Daumens 3 zieht den Daumen nach innen und dreht seine äußere Seite ein wenig einwärts, wenn man die Hand hohl macht. Der oberflächliche äußere 4 und der tiefere 5 Beugemuskel des Daumens beugen das erste Glied des Daumens und wirken in der Regel, ohne daß wir es wünschen, mit, wenn wir das Nagelglied auf dem ersten Gliede beugen wollen. Wenn wir jedoch die nach der Rückenseite der Hand liegenden Muskeln anspannen, so können wir das erste Daumenglied festhalten und das Nagelglied allein beugen. Der Anzieher des Daumens 6 bewegt denselben gegen die Finger hin und ist uns bereits genau bekannt. — Die Sehnen des tiefen Fingerbeugers 7, 8, mit den bei 7 von ihnen ausgehenden Regenwurmmuskeln, beugen das erste Glied des zweiten bis fünften Fingers. — Die Sehne des langen Daumenmuskels 9, welche von dem an das Speichenbein sich ansetzenden Muskel herkommt, setzt sich an das zweite Daumenglied an

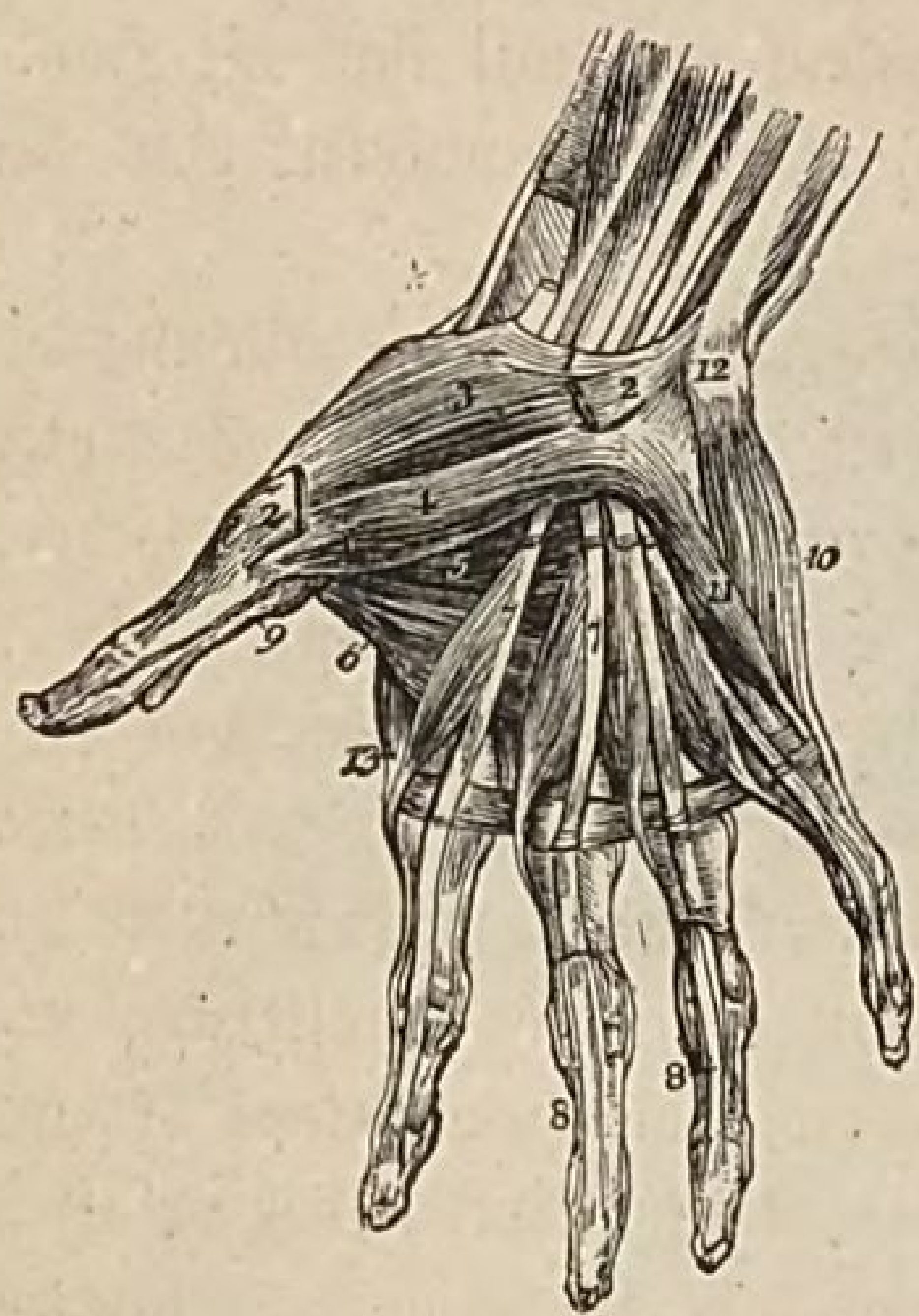


Fig. 242. Die Muskeln der Hohlhand an einer rechten Hand; von der Innenfläche aus gesehen.

1 Sehnenband der Handwurzelknochen;
2 Ursprung und Ansatz des kurzen Daumenabziehers;
3 der Gegensteller des Daumens;
4 der oberflächliche äußere,
5 der tiefere Beugemuskel des Daumens;
6 der Anzieher des Daumens;
7, 8 die Sehnen des tiefen Fingerbeugers;
9 die Sehne des langen Daumenmuskels;
10 der Abzieher des kleinen Fingers;
11 der Beugemuskel des kleinen Fingers;
12 die Sehne des Beugemuskels der Ellenbogenseite;
13 der erste Zwischenknochenmuskel.

und beugt dieses. Am innern Rande der Hand liegt 10 der Abzieher des kleinen Fingers; ihm zur Seite 11 der Beugemuskel des kleinen Fingers, welcher das erste Glied des fünften Fingers beugt. Am Erbsenbeine setzt sich 12 die Sehne des am Unterarm befindlichen Beugemuskels der Ellenbogenseite an und beugt das Handgelenk und mit ihm die Hand. Endlich sehen wir noch 13 den ersten Zwischenknochenmuskel von der Rückenfläche. — —

Wenn es uns gelungen ist, mittelst Beschreibung und Abbildung die einzelnen Theile der Hand und den zahlreichen, vielfach zusammengesetzten Muskelapparat derselben unsern Lesern klar vor Augen zu stellen, so werden sie in das wunderbare Kunstwerk, welches die Menschenhand darstellt, einen kleinen Einblick gewonnen haben und werden erkennen, welches vielfache Zusammenwirken einzelner kleiner Muskeln nöthig ist, um Bewegungen hervorzubringen, welche uns einfach erscheinen, weil wir sie im täglichen Leben so oft wiederholen. Wenn wir die Hand ausstrecken und mit dem Finger auf Etwas zeigen, — wenn wir die Hand eines Freundes ergreifen und schütteln, — wenn wir ein Buch, eine Feder erfassen, wie viele Muskeln müssen in Thätigkeit treten, um die Finger zu beugen, zu strecken, anzuziehen, abzuziehen, die Hand, den Unterarm zu drehen und zu beugen! Und nun gar die Arbeit eines mechanischen Künstlers, das Pianofortespiel eines Virtuosen, die Taschenspielerkunststückchen eines Jongleurs, — welche fast unglaubliche Schnelligkeit der Bewegungen, welches Ineinandergreifen der einzelnen Muskelzusammenziehungen stellen sie dar!

Trotz dieser vielseitigen Beweglichkeit haben doch, wie wir gesehen haben, die Finger nur Bewegungen in einer einzigen Richtung auszuführen. Dasselbe ist beim Ellenbogen der Fall.

Wir haben bereits in Fig. 226 das Knochengerüst des Armes von vorn kennen gelernt und dabei das Gelenk zwischen dem Oberarmknochen und den beiden Unterarmknochen von der vordern Seite gesehen. Der Oberarm trägt zwei rundliche Gelenkköpfe, an welche sich die Speiche nur mit einem kleinen vertieften Näpfchen ansetzt; die Speiche wird nach unten breiter und trägt zur Hauptsache die Handwurzel; — der Ellenbogenknochen dagegen verhält sich umgekehrt; er endet nach unten gegen die Handwurzel schmal, ja erreicht dieselbe nicht einmal ganz, so daß noch ein dreieckiges Knorpelstück zwischen ihm und der Handwurzel im Gelenk ein=

geschoben ist; — nach oben dagegen wird er breiter und umfaßt die rollenartige Gelenkfläche des Oberarmknochens mit einem breiten Knochenhaken, der auf seiner Innenfläche ebenfalls „Gelenk" ist. Wir fühlen diesen Haken als sogenannten Ellenbogen, und wir sehen in Fig. 243, 2 wie der Haken des Ellenbogens heraufragt über das Köpfchen der Speiche (3).

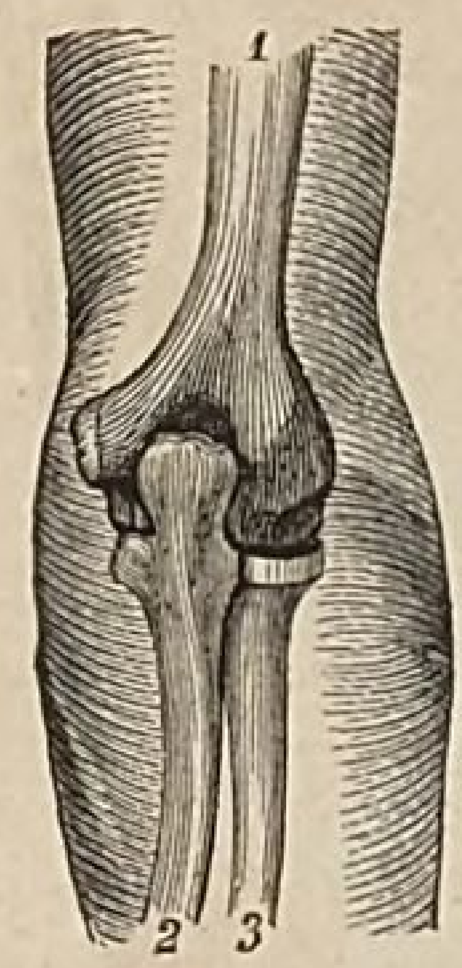


Fig. 243. Die Streckseite des rechten Ellenbogens, während der Unterarm gegen den Oberarm gestreckt ist. (Nach Luschka.)

1 Oberarmknochen. — 2 Ellenbogenknochen. — 3 Speiche.

Beugen und strecken wir wechselnd unsern Arm, während wir mit der andern Hand den Ellenbogen berühren, so fühlen wir, wie dieser hervorragende Knochenhaken des Ellenbogenbeines nach vorn und hinten gleitet, und die Abbildung (Fig. 244) lehrt uns, daß über der Gelenkrolle, auf welcher sie gleitet, eine Grube in dem Knochen sich befindet, in welche der Ellenbogenhaken hineinpaßt. Eine ähnliche, aber flachere Grube befindet sich vorn.

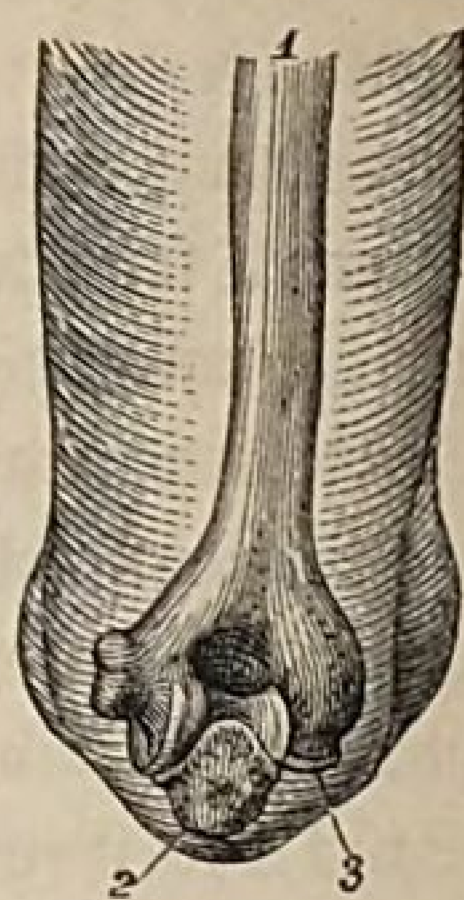


Fig. 244. Die Streckseite des rechten Ellenbogens während der Beugung. (Nach Luschka.)

1 Knochen des Oberarmes. — 2 Haken des Ellenbogenknochens (Olecranon). — 3 Der freie Rand am Köpfchen der Speiche.

Das Verhältniß dieser Knochen zu einander erkennt man am besten in einem Durchschnitte des Armes (Fig. 245), welcher uns zeigt, von welcher bedeutenden Dicke der Ellenbogenknochen von vorn nach hinten ist, und wie die Gelenkoberfläche am untern Theile des Oberarmes wirklich eine abgerundete Walze darstellt, in welche von beiden Seiten der Knochenhaken des Ellenbogens hineingreift. Zugleich erkennen wir in dieser Abbildung recht deutlich eine für alle Gelenke wichtige Einrichtung. Die Knorpelflächen, welche die Gelenkenden der Knochen überziehen, sind zwar an sich glatt; sie müssen aber auch glatt erhalten werden, so daß sie leicht an einander vorübergleiten können. Wie man nun zu diesem Zwecke im gewöhnlichen Leben die Thüren, die Wagenachsen, die Wellen der Mühlräder, in ihren Lagern mit fettem Oele schmiert, so ist die Knorpeloberfläche des Knochens mit einer dicklichen, schleimartigen

Flüssigkeit bedeckt, welche jede Reibung der Knochen an einander verhindert und sie leicht an einander vorübergleiten läßt. Man nennt diese Masse „Gelenkschmiere“. Wir sehen aber an unsern Thüren, daß Fett oder Oel, mit welchem sie geschmiert sind, überquillt und herabfließt, wenn es in reichlicher Menge vorhanden ist, und doch bewegt sich die Thür am leichtesten, je besser die Theile, welche sich an einander reiben, geschmiert sind. Unsere Gelenkenden sind immer sehr reichlich mit Gelenkschmiere versehen. Damit nun dem Ueberquellen derselben und dem Eindringen zwischen andere Organe abgeholfen sei, ist jedes Gelenk mit einer „Kapsel“ versehen, das heißt, rings um das Gelenk ist eine feste sehnige Haut angewachsen, welche dann, wenn ein Stück des Gelenkes nicht vom Knochen bedeckt ist, sich über denselben hinweglegt. So sehen wir an dem Durchschnitte, daß nach vorn die Haut der Gelenkkapsel sich streckt, wenn der Knochen herab geht, daß sie aber gleichzeitig zusammengeschoben wird und sich faltet, indem nach hinten der Haken weiter herauf greift. — Diese Kapsel und ihr Verhältniß zu den Knochen sahen wir bereits an dem Durchschnitte durch das Handgelenk und werden sie weiter beachten können an dem Querdurchschnitte des gesammten Ellenbogengelenkes.

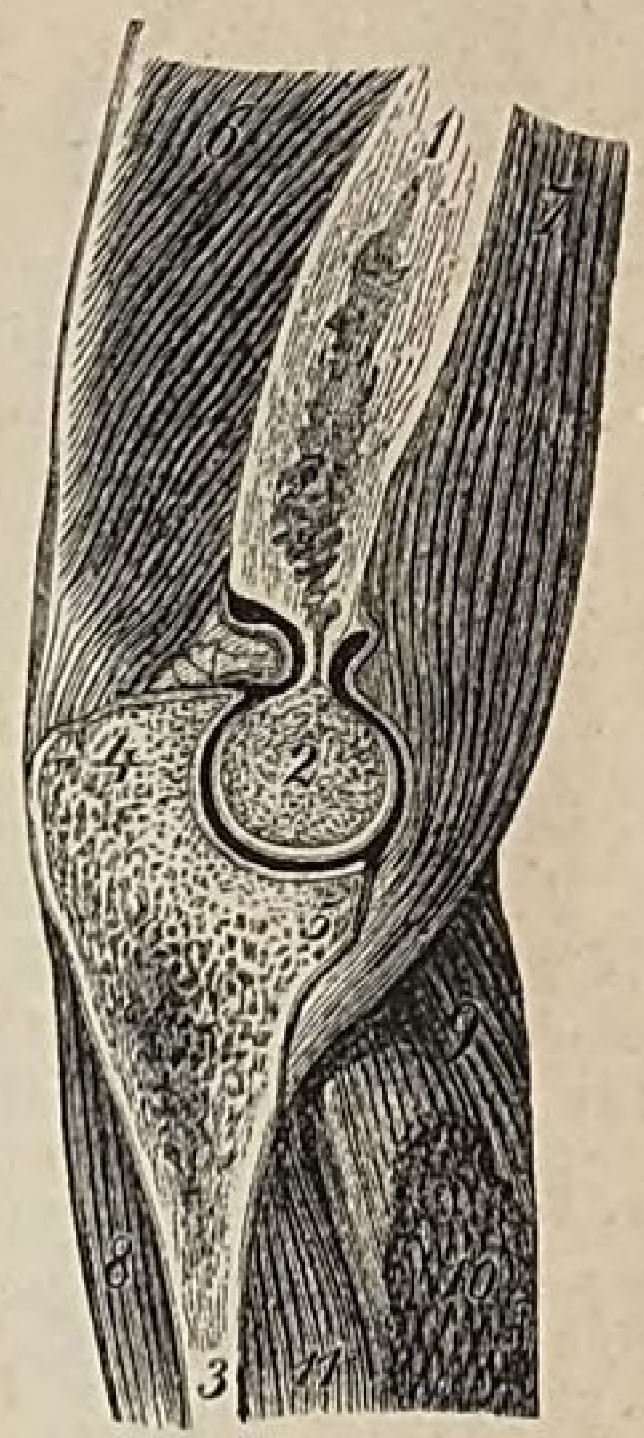


Fig. 245. Durchschnitt des rechten Ellenbogengelenkes von vorn nach hinten. (Nach Luschka.)
1 Schaft des Oberarmknochens (Os humeri). — 2 Rolle des Oberarmknochens (Trochlea humeri). — 3 Schaft des Ellenbogenknochens (Ulna). — 4 Ellenbogen (Olecranon). — 5 Vorderer Theil des Ellenbogenhakens (Processus coronoideus). — 6 Streckmuskel des Vorderarmes (Extensor antibrachii). — 7 Innerer Armmuskel (Musculus brachialis internus). — 8 Gemeinsamer Strecker der Finger Extensor digitorum communis). — 9 Rollmuskel (Pronator teres). — 10 Oberflächlicher Beugemuskel der Finger (Flexor digitorum sublimis). — 11 Tiefer Beugemuskel der Finger (Flexor digitorum profundus).

Der Querdurchschnitt des Ellenbogengelenkes von einer Seite zur andern (Frontalschnitt Fig. 246) läßt erkennen, wie der Ellenbogenknochen in dieser Richtung schmal ist, während er von vorn nach hinten erhebliche Stärke zeigt, daß also sein Gelenk wirklich einen Haken bildet. Ferner sieht man die Gelenkkapsel zur Seite beider Knochen nach oben und unten gehen, durch breite, starke Seitenbänder, welche den Seitenbändern der Finger ähnlich sind, geschützt.

Die Beugestelle des Vorderarmes ist

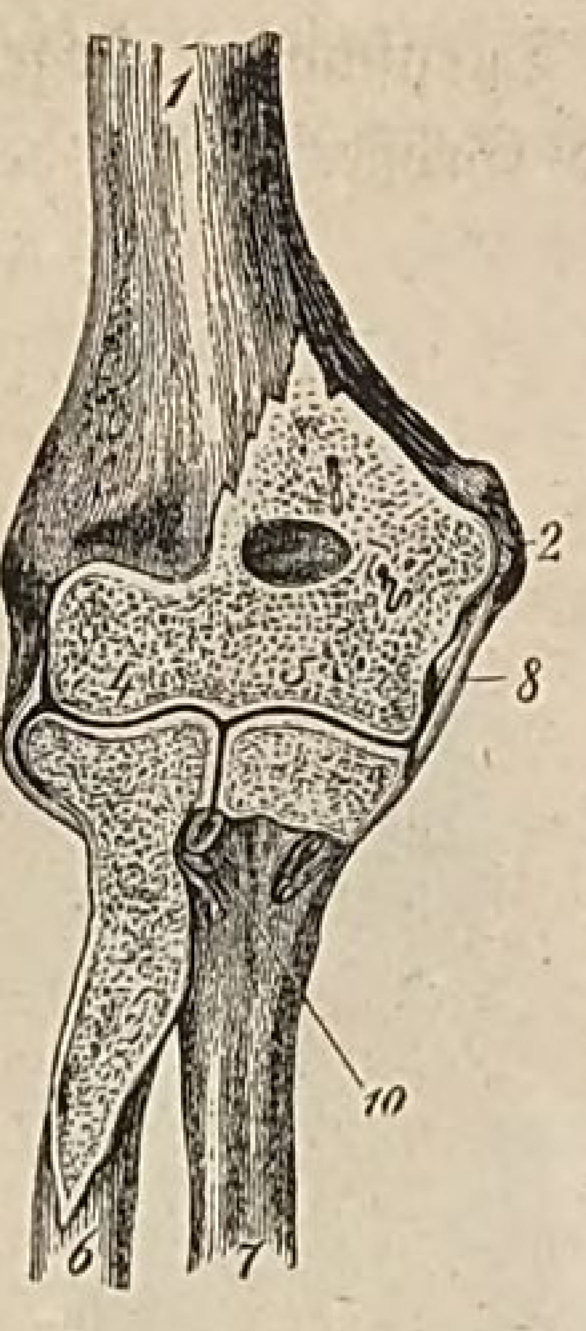


Fig. 246. Querdurchschnitt von einer Seite zur andern durch das Ellenbogengelenk. (Nach Luschka.)

1 Oberarmknochen. — 2 Hervorragung an der Außenseite (Epitrochlea). — 3 Hervorragung an der Innenseite (Epicondylus). — 4 Gelenkstück für das Köpfchen der Speiche (Eminentia capitata) — 5 Rolle für den Ellenbogenhaken (Trochlea). — 6 Speiche (Radius). — 7 Ellenbogenbein (Ulna). — 8 Inneres Seitenband des Gelenkes. — 9 Aeußeres Seitengelenkband. — 10 Eine taschenartige Verlängerung der Gelenkschmierkapsel nach unten zwischen Speiche und Ellenbogenknochen.

ein geschützter Ort; Schulter, Brust und Hand fangen etwaige Verletzungen von vorn auf und wehren sie ab; nach hinten schützt der dicke Knochen des Ellenbogens. An dieser Stelle liegen zahlreiche Nerven und Blutgefäße ziemlich oberflächlich (wie Fig. 247 zeigt); deßhalb wird seit Langem diese Stelle vorzugsweise für den Aderlaß, das heißt, zu einem Schnitt in die Blutader gewählt.

Der bekannteste der Armmuskeln dürfte wohl der **zweiköpfige Armmuskel** sein (Fig. 248, A 5, B 6), so genannt, weil er mit zwei Köpfen vom Schulterblatte entspringt, deren einer an dem oberhalb des Armknochens hervorragenden Haken des Schulterblattes (welchen man als ruhig verbleibenden Knochen fühlt, wenn man die Hand vorn auf die Achsel legt und dann den Oberarm hebt und senkt), deren anderer am obern Rande der Gelenkfläche des Schulterblattes befestigt ist. Man sieht die Anschwellung dieses Muskels an der vordern Seite, wenn der

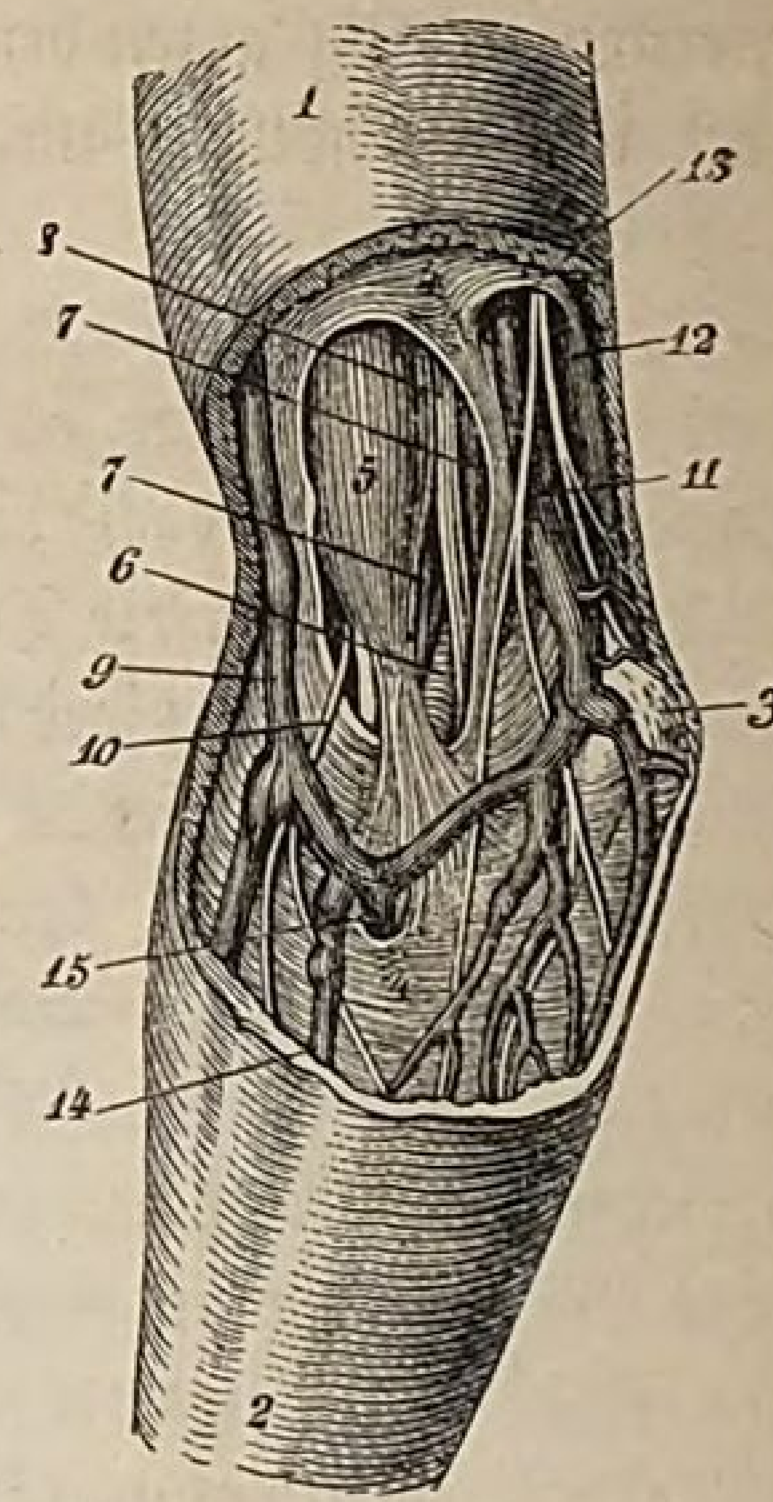


Fig. 247. Die vordere Gegend des rechten Ellenbogens. (Nach Luschka.)

1 Oberarm. — 2 Vorderarm. — 3 Hervorragung des Oberarmes nach innen (Condylus internus humeri). — 4, 4 Die sehnige Haut, welche die Muskeln umhüllt, welche zum Theil aber entfernt worden ist, über: 5 dem zweiköpfigen Muskel (Biceps), — 6 der Ellenbogenpulsader, — 7, 7 der Ellenbogenblutader, — 8 dem Mittelnerv. — 9 Die am äußern Rande des Armes gelegene Vene (Vena cephalica). — 10 Hautast des durchbohrenden Nerven. — 11 Die an der äußern Seite gelegene Blutader (Vena basilica). — 12 Der innere Hautnerv. — (13 Hiatus semilunaris der Fascia brachyalis). — 14 Mittlere Blutader des Vorderarmes (Vena mediana antibrachii), welche sich nach der äußern und innern Seite hin verzweigt und an dieser Stelle auch 15 mit den tiefer gelegenen Blutadern in Verbindung steht.

Unterarm kräftig gegen den Vorderarm gebogen wird. Turnschüler pflegen Kraft und Wachsthum ihrer Muskeln am Härter- und Größerwerden des

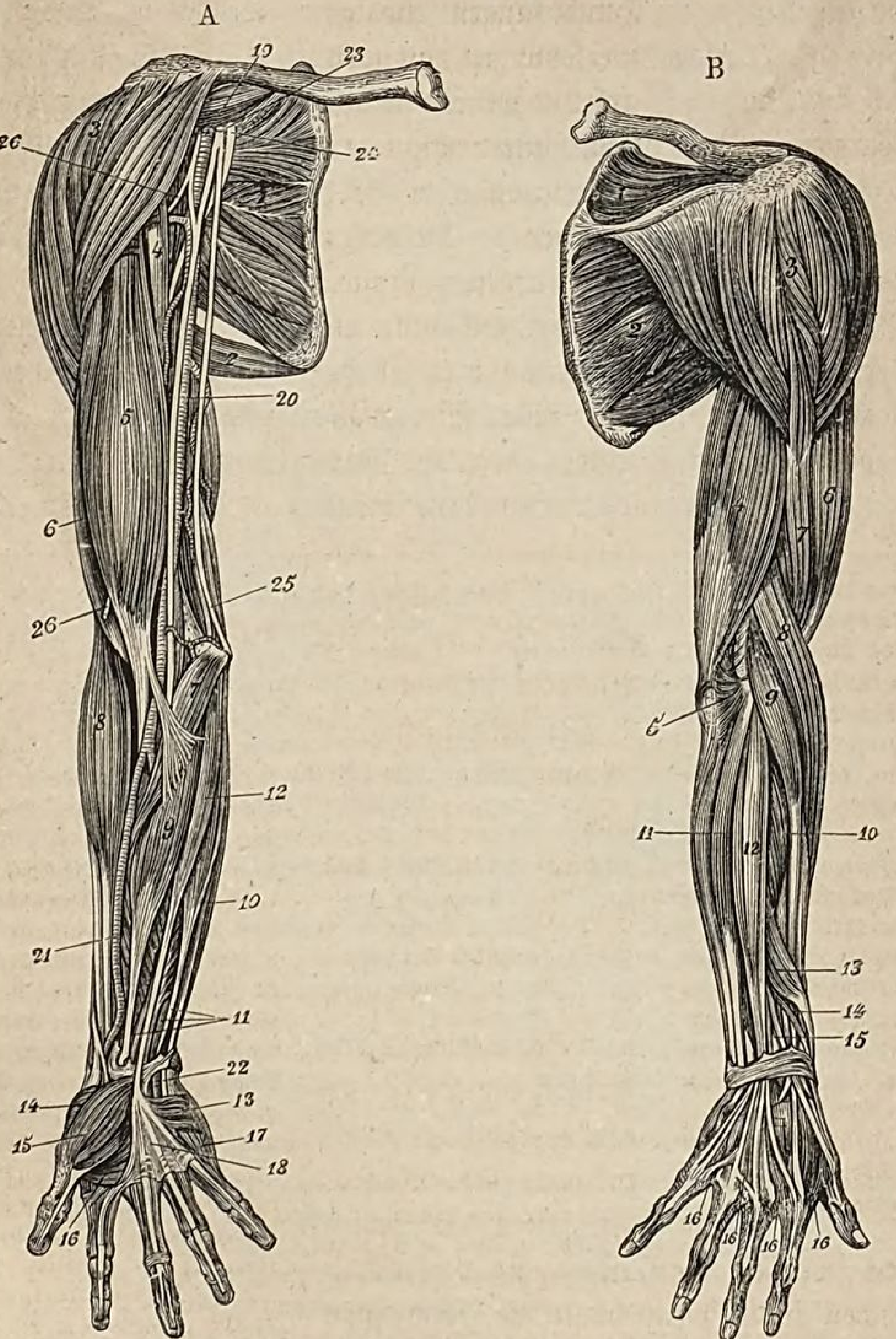


Fig. 248. Die Muskeln des rechten Armes.
(Nach Luschka.)

A. Die Muskeln der Beugeseite: 1 Unterschulterblattmuskel (Musculus subscapularis) rollt und zieht den Arm nach innen. — 2 Größerer runder Muskel (M. teres major), rollt den Arm nach innen und zieht ihn nach hinten und unten. — 3 Dreieckiger Muskel (M. deltoideus), hebt den Arm nach außen in die Höhe. — 4 Schulterblatthakenmuskel (M. coracobrachialis), hebt den Arm nach vorn in die Höhe. — 5 Zweiköpfiger Armmuskel (M. biceps), beugt den Vorderarm und kann bei gestrecktem

zweiköpfigen Oberarmmuskels zu prüfen. Wie man sieht, befindet sich dieser Muskel an der vordern Seite des Oberarmes, nahe unterhalb des Ellenbogengelenkes an den Unterarm mit einer Sehne sich ansetzend. Es könnte fraglich erscheinen, wie ein so gestalteter und so sich ansetzender Muskel im Stande sein soll, den Vorderarm zu beugen, gegen sein Gewicht emporzuheben, ja wol gar noch eine Last zu heben, welche in der Hand ruht. Betrachten wir uns aber die Nachbildung von der Wirkung und der Art des Zuges, welche der Muskel ausführt, so werden wir gleich erkennen, daß er so wirken nicht nur könne, sondern müsse.

Wenn man am Skelett eine Schnur unterhalb des Ellenbogengelenkes am Speichenknochen befestigt und mit der Hand gegen den Kopf des Oberarmknochens, also in der Richtung des zweiköpfigen Muskels zieht, so muß nothwendig eine Beugung des Unterarmes gegen den Oberarm erfolgen, weil keine andere Bewegung möglich ist, wie die Durchschnitte

---

Ellenbogen den ganzen Arm heben. — 6 Innerer Oberarmmuskel (M. brachialis internus), beugt den Unterarm. — 7 Runder Vorwärtsdreher (M. pronator teres), rollt die Speiche nach innen und unterstützt die Beugung des Vorderarmes. — 8 Langer Rückwärtsdreher (M. supinator longus), rollt die Speiche nach außen und kann bei der Beugung des Vorderarmes einwirken. — 9 Beugemuskel der Hand an der Speichenseite (M. flexor manus radialis), beugt die Hand nach außen. — 10 Beugemuskel der Hand an der Ellenbogenseite (M. flexor manus ulnaris), beugt die Hand nach innen. — 11 Der oberflächlich liegende Fingerbeuger (M. flexor digitorum communis sublimis), beugt das zweite Glied der vier letzten Finger. — 12 Langer Hohlhandmuskel (M. palmaris longus), beugt die Hand, indem er sich an das Hohlhandband und an 18 die in der Hohlhand liegende Sehnenhaut ansetzt. — 13 Kurzer Hohlhandmuskel (M. palmaris brevis), spannt die eben genannte Sehnenhaut an. — 14 Gegensteller des Daumens (M. opponens pollicis), zieht den Daumen nach innen, dreht beim Hohlmachen der Hand seine äußere Seite einwärts. — 15 Kurzer Abzieher des Daumens (M. abductor pollicis brevis), zieht den Daumen vom Zeigefinger ab. — 16 Anziehemuskel des Daumens (M. abductor pollicis), zieht den Daumen gegen den Zeigefinger (wurde in Fig. 227 abgebildet). — 17 Abzieher des kleinen Fingers (M. abductor digiti minimi). — 18 Sehnenhaut der Hohlhand (Aponeurosis palmaris). — 19 Achselpulsader (Arteria axillaris). — 20 Armpulsader (Art. brachialis). — 21 Speichenpulsader (Art. radialis). — 22 Ellenbogenpulsader (Art. ulnaris). — 23 Mittelnerv (Nervus medianus). — 24 Speichennerv (Nervus radialis). — 25 Ellenbogennerv (Nervus ulnaris). — 26 Durchbohrender Nerv (Nervus perforans Casserii).

B. Muskeln der Streckseite: 1 Obergrätenmuskel (Musculus supraspinatus), liegt auf dem Schulterblatte oberhalb der Gräte desselben; rollt den Arm nach außen und hilft ihn heben. — 2 Untergrätenmuskel (M. infraspinatus), zieht den Arm nach außen, hinten und unten. — 3 Dreieckiger Muskel (M. deltoideus). — 4 Dreiköpfiger Muskel (M. triceps), streckt den Vorderarm aus. — 5 Kleiner Ellenbogenmuskel (M. anconeus parvus), hilft den Vorderarm strecken. — 6 Zweiköpfiger Armmuskel (M. biceps). — 7 Innerer oberer Armmuskel (M. brachialis internus), beugt den Unterarm. — 8 Langer Rückwärtsdreher (M. supinator longus), rollt die Speiche nach außen und kann bei der Beugung des Vorderarmes mitwirken. — 9 Langer Streckmuskel der Hand (M. extensor manus radialis longus). — 10 Kurzer Handstrecker (M. extensor manus radialis brevis). — 11 Handstrecker der Ellenbogenseite (M, extensor manus ulnaris). — 12 Gemeinsamer Fingerstrecker (M. extensor digitorum communis). — 13 Langer Abzieher des Daumens (M. abductor pollicis longus). — 14 Kurzer Strecker des Daumens (M. extensor pollicis brevis). — 15 Langer Strecker (M. extensor pollicis longus). — 16, 16 Aeußere Zwischenknochenmuskeln (Musculi interossei externi).

des Ellenbogengelenks uns gelehrt haben. Der große, kräftige Knochenhaken des Ellenbogens greift um die am untern Theile des Oberarmes befindliche Gelenkrolle so herum, und die beiden Knochen des Unterarmes werden durch kräftige Seitenbänder so in der Lage erhalten, daß ein Ausweichen dieser Seite unmöglich ist und daher nur die Beugung erfolgen kann. Natürlich bewirkt der zweiköpfige Muskel den ersten Anfang der Beugung nicht ohne beträchtliche Kraftanstrengung; denn an der Vor-

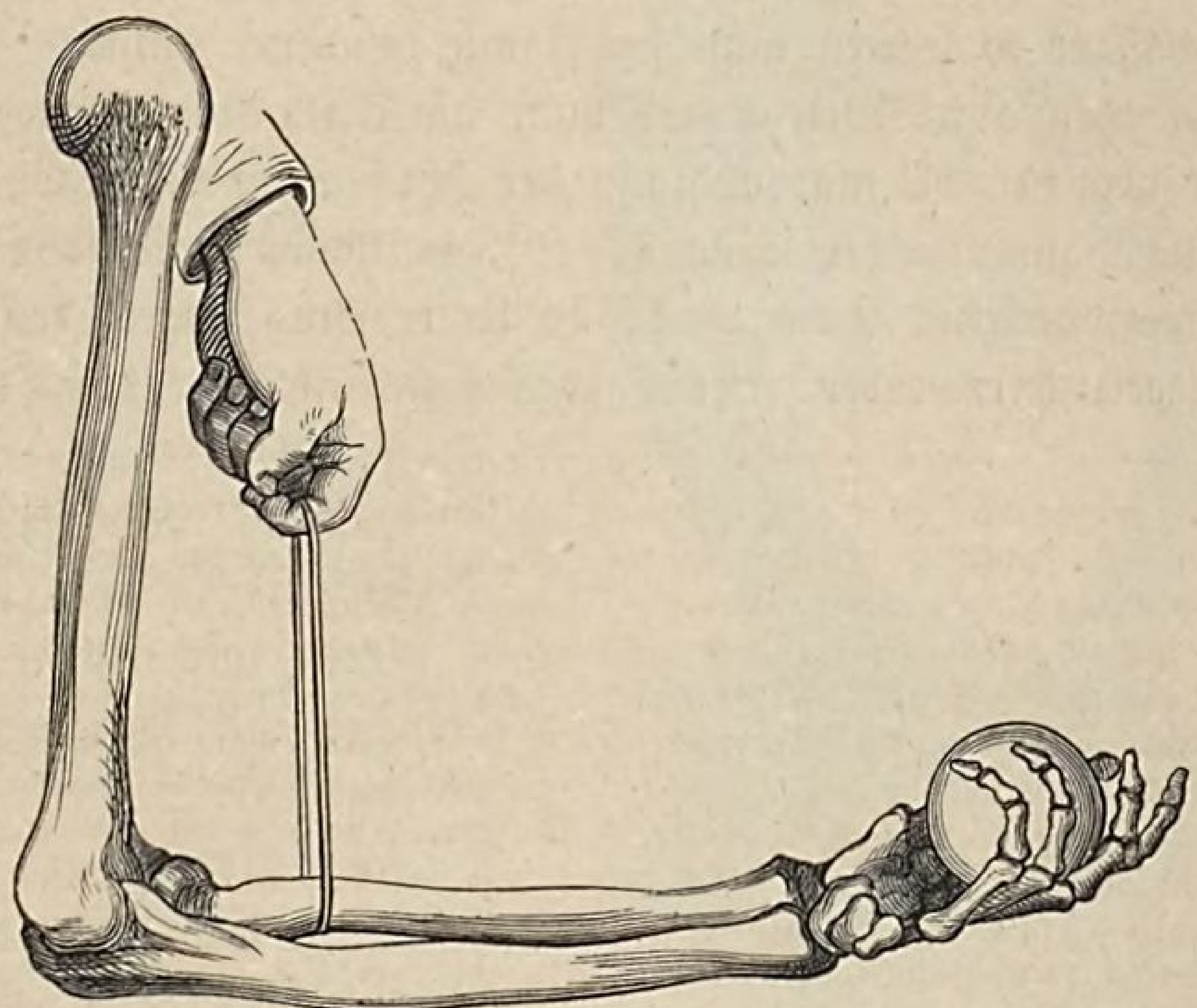


Fig. 249. Die Wirkungsweise des zweiköpfigen Armmuskels.

derseite des Armes gerade herabsteigend zieht er im Anfang den Unterarm nach oben, preßt ihn gegen das Gelenk, und langsam nur setzt sich derselbe auf der Gelenkrolle in Beugebewegung; aber sobald der Winkel größer wird, ist die Zugrichtung des Muskels auch eine günstigere geworden, und dann zieht er bei gleicher Kraft mit größerer Schnelligkeit Hand und Arm empor. — In ganz ähnlicher Weise wirkt auch der außen am Arm liegende, große, breite, dreieckige Muskel, welcher an der Gräte des Schulterblattes angewachsen ist (Fig. 248, 3) und sich ziemlich mitten am Oberarm an den Knochen ansetzt. Auch er hebt anfangs den Oberarm nur mit Anstrengung, aber mit dem Fortschreiten der Bewegung wird der Winkel des Zuges für ihn günstiger, weil weniger spitz, und die Bewegung daher bei gleicher Kraft schneller ausgeführt. Man kann den Einfluß,

welchen Kleinheit oder Größe des Winkels ausübt, unter dem eine Zugkraft sich ansetzt, an einer Stubenthür leicht durch eigenes Gefühl ermessen: bindet man eine längere feste Schnur an das Schloß einer schweren, nicht in Flügel getheilten Stubenthür an der Seite an, nach welcher die Thür aufschlägt, — öffnet dann die Thür nur so weit, daß das Schloß kein Hinderniß ist, daß aber Schloß, Riegel und Schließblech sich noch berühren, — stellt sich dann hinter die Thür dicht an die Wand und zieht an der Schnur, — so wird man im Anfang bedeutende Kraft anwenden müssen, weil der Winkel sehr spitz ist, unter welchem die Schnur zur Thür geht, aber je mehr und mehr die Thür sich öffnet, je größer und dem rechten sich nähernd also der Winkel wird, um so geringere Kraft braucht man aufzuwenden. — (Der dreieckige Muskel ist häufig der Sitz rheumatischer Schmerzen, welche in der kältern Jahreszeit gewöhnlich dadurch erworben werden, daß man in Deutschland beliebt, sich im Bett, statt mit warmer wollener Nachtkleidung und leichter Zudecke, unpassender Weise nur leicht zu bekleiden, aber mit schwerem Federbett zuzudecken; wer dann zur Nachtzeit sich auf die andere Seite legt, setzt den vorher mit dem warmen Bette in Berührung gewesenen warmen Oberarm nun ohne genügenden Schutz der kühlen Luft aus und fühlt am andern Morgen rheumatische Schmerzen an jener Stelle.)



Fig. 250. Durchschnitt des Schultergelenkes.
Sc Das Schulterblatt mit seiner Gelenkfläche α, in welche β die Gelenkfläche des Kopfes des Oberarms hineinragt. — Die Gelenkhöhle wird vergrößert durch den ringförmigen Ansatz a, a (Labrum fibrosum), welcher sich fortsetzt in b, b b, d die Gelenkschmierkapsel. Durch diese Kapsel hindurch tritt c, c die Sehne des großen Kopfes des Biceps.

Der zweiköpfige Muskel hilft auch dem so sehr beweglichen Schultergelenk eine größere Festigkeit geben, indem die Sehne seines großen Kopfes (Fig. 250 c, c) unmittelbar von der Oberfläche des Randes der Gelenkpfanne a

des Schulterblattes entspringt und über den Kopf des Oberarmes herabgehend diesen nach innen drückt und in seiner Lage erhält, zugleich aber auch, wenn bei gestrecktem Arme der zusammengezogene zweiköpfige Muskel den ganzen Arm in die Höhe hebt, den Unterarm an den Oberarm und den Oberarm an das Schulterblatt andrückt, — mithin beim Tragen schwerer Lasten, wo er wesentlich mithilft, das Auseinanderziehen und Verrenken der Gelenke hindert.

Noch eine interessante Eigenthümlichkeit in Bezug auf die Verbindung der Glieder unseres Körpers zeigt uns der Oberarm. Wir sehen in Fig. 252, daß mit Oberbein und Schulterblatt sich das Schlüsselbein in enger Verbindung befindet.

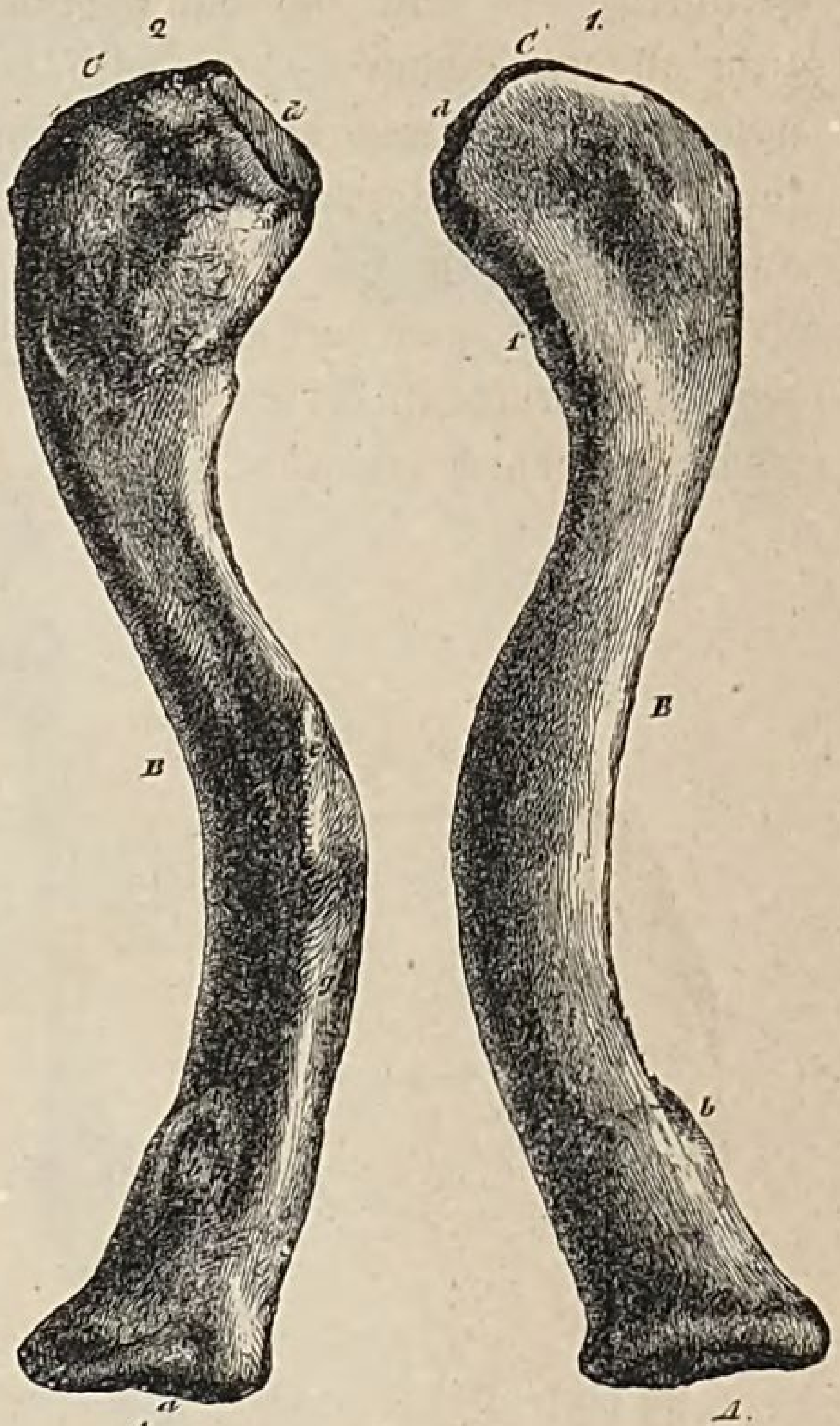


Fig. 251. Das Schlüsselbein.
1 Das Schlüsselbein von oben gesehen. — 2 Von unten.

Das S c h l ü s s e l b e i n (Fig. 251) ist ein schwach S-förmig gekrümmter Knochen, welcher auf der einen Seite mit dem Brustbein durch ein Gelenkköpfchen A in Verbindung steht, auf der andern Seite C durch kurze, feste Sehnenbänder an dem Schulterblatt befestigt ist oberhalb des Oberarmes. Man sieht diese Lage deutlich, sobald man die vordere Seite eines menschlichen Skeletes betrachtet (Fig. 252).

Der Brustkorb des Menschen wird also von beiden mit dem Gelenke des Oberarmes durch Sehnenbänder und Muskeln fest verbundenen Knochen: S c h l ü s s e l b e i n und S c h u l t e r b l a t t von der Seite umfaßt, so daß das Schlüsselbein vorn bis zum Brustkorb geht, der große dreieckige Schulterblattknochen hinter den Rippen aufliegt. Hierdurch ist eine außerordentlich

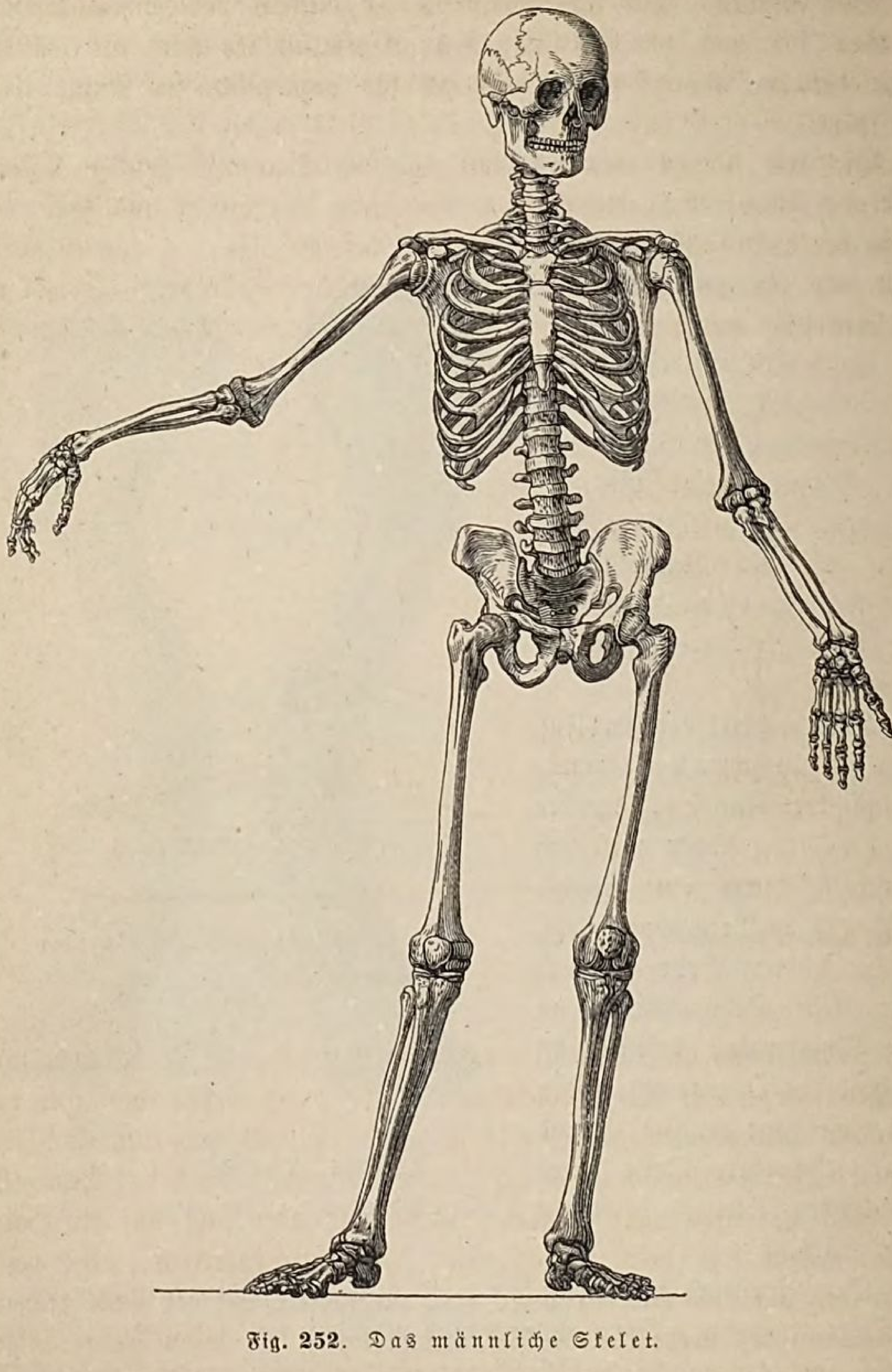


Fig. 252. Das männliche Skelet.

feste Verbindung zwischen Oberarm und Rumpf gegeben, deren Eigenthümlichkeit, was das Schulterblatt anbetrifft, wir weiter unten näher

besprechen werden. Die Knochenverbindung mittelst des Schlüsselbeines hat aber für uns den Vortheil, daß gelegentlich der Arm als kräftige Stütze für den Rumpf dient, während für gewöhnlich der Rumpf den Arm stützt.

Wie wir bereits oben am Beispiele des Daumens gesehen haben, daß dieser Finger für gewöhnlich an der Hand befestigt ist und, wenn er frei in der Luft ragt, von der Hand aus bewegt wird, — daß er aber, sobald wir ihn mit der Spitze auf der Tischkante aufstützen, (so daß er nun seinerseits am Tische einen Widerstand, also eine Art Befestigungs-

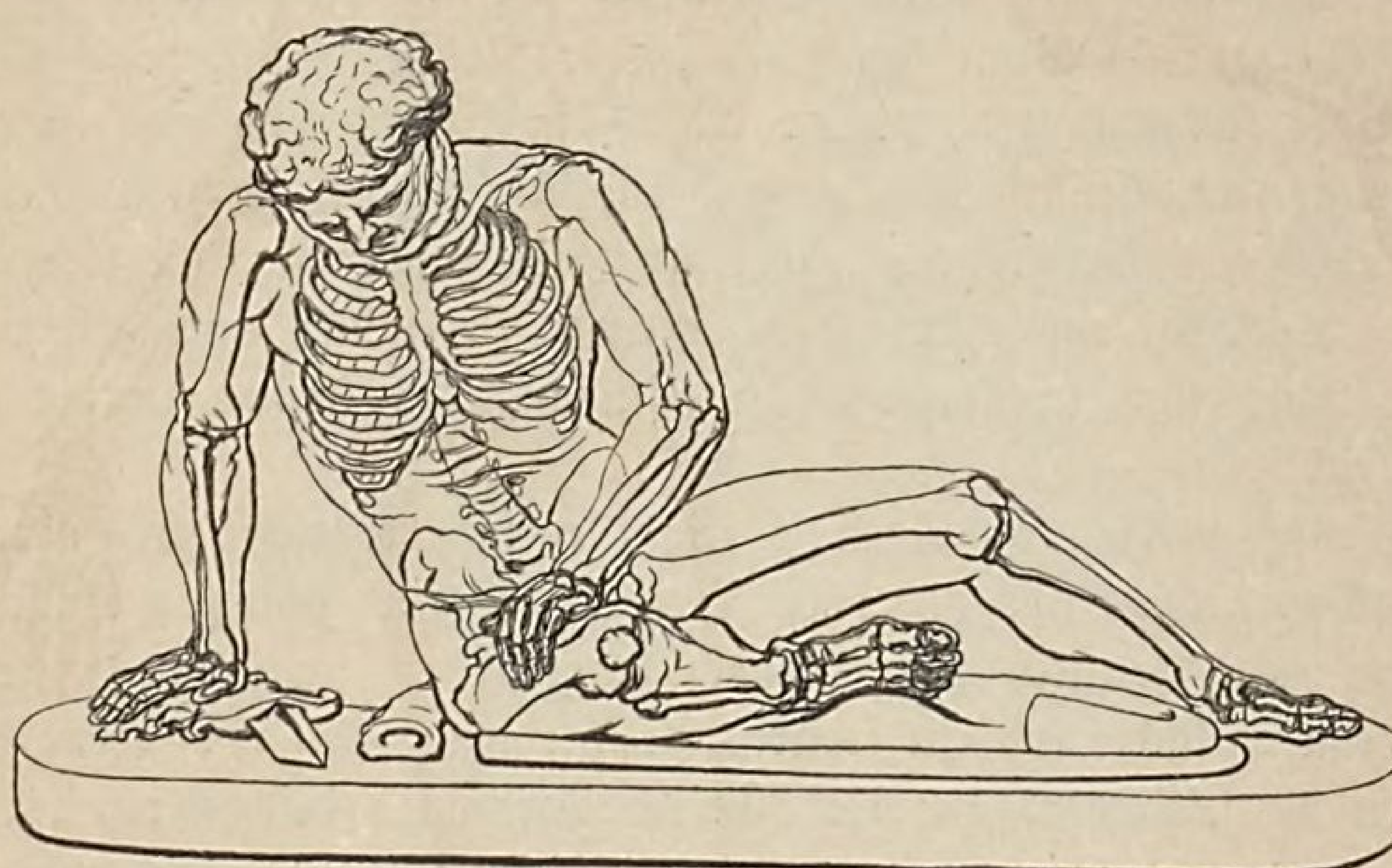


Fig. 253. Die Umrisse des antiken Bildwerkes: „der sterbende Gallier", mit eingezeichnetem Skelet.

punkt findet) dann im Stande ist, umgekehrt die „Hand" zu bewegen und zu heben: wenn wir die Muskeln verkürzen, durch welche sonst nur der „Daumen" bewegt wird. — Aehnlich ist das Verhältniß auch beim Schlüsselbein. Für gewöhnlich hängt der Arm am Rumpfe, durch das Schlüsselbein vorn in seiner Lage gehalten; wenn wir aber uns auf die Hand stützen, indem wir beim Stehen eine Stuhllehne ergreifen, oder beim Gehen uns auf den Stock lehnen, oder indem wir auf der Erde ruhend die Stellung des sterbenden Galliers nachahmen, — dann hängt umgekehrt der Brustkorb mittelst des Schlüsselbeines an dem sich aufstützenden Oberarme (Fig. 253).

Man erkennt leicht, wie wichtig für uns im täglichen Leben diese wechselnde Bedeutung der Schlüsselbeine ist. Ohne sie würden z. B. beim Turnen (namentlich auf dem Barren) die Körperbewegungen unsicher und schlotternd werden, — ohne sie könnten wir beim Gehen uns durch Stützen auf einen Stock keine Erleichterung gewähren. Durch den gegen den Boden gestemmten Spazierstock wird unser Arm thatsächlich zu einem dritten Beine, welches den Oberkörper oben an der Achsel tragen hilft und dadurch den Beinen, die ihn am Becken tragen, ihre Arbeit und Last erleichtert. Personen, welche genöthigt sind,. mit Krücken zu gehen, übertragen die ganze Arbeit der Beine den Armen und dem Schlüsselbeine. — Wenn der Wechsel sehr plötzlich stattfindet, so kann trotz seiner Krümmungen, welche die Festigkeit des Knochens wesentlich vermehren, das Schlüsselbein brechen, wie dies bei den Personen der Fall ist, welche aus beträchtlicher Höhe auf die Hände oder die Ellenbogen fallen. Doch hat ein solcher Bruch geringe Bedeutung und heilt bei gehöriger Ruhe und zweckmäßiger Unterstützung des Armes in der Regel ohne Nachtheile. — —

Die Gelenke des Armes zeigen einen überraschenden, aber für unsere Bewegungen sehr nützlichen Wechsel. — Die Finger können sich in ihren zwei Gelenken nur „einfach beugen"; — zwischen Finger und Mittelhand findet sich ein freieres Gelenk: man kann mit jedem Finger auf dem Mittelhandknochen eine „Trichterbewegung" beschreiben, während die Handwurzel ruhig gehalten wird; — die Handwurzel mit ihren zwei Knochenreihen und vielfachen Gelenkflächen zeigt ein noch viel „freieres Gelenk", die Trichterbewegung ist eine größere; — im Ellenbogen finden wir wiederum ein „einfaches Beuggelenk" — und im Schultergelenk das freieste des ganzen Körpers, denn nicht nur eine Trichterbewegung, sondern eine Scheibenbewegung vermag der Geübte mit demselben auszuführen, so daß vorn die Aufwärtsbewegung des Armes in dieselbe Ebene fällt, wie hinten die Abwärtsbewegung des Armes. — Wenn die Hand scheinbar noch viel freier in ihren Bewegungen ist, so liegt dies theils daran, daß sie an den Bewegungen des ganzen Armes in Schulter und Ellenbogen Theil nimmt, — theils daran, daß der Vorderarm eine Roll-Bewegung nach innen ausführen kann, wobei Speichen- und Ellenbogen-Knochen sich kreuzen, wie der rechte Arm des Skelets Fig. 252 zeigt. — —

Von dem Wechsel in der Wirkung der Bewegungen, welche


MUSKELN DER KÖRPER-OBERFLÄCHE
NACH A. LAMI.

Muskeln und Glieder ausführen, gibt uns Fuß- und Wadenmuskel ein lehrreiches Beispiel. Betrachten wir zunächst Tafel XI „Muskeln der Körperoberfläche“. Wir werden jetzt nach genauerer Kenntniß der Armmuskeln die Vollendung der Zeichnung in ihrer Ausführung würdigen. Wir sehen, wie der Grabende an seinem linken Arme, welcher den Spaten nur hält, um ihm nach Bedürfniß die Richtung anzuweisen, die Muskeln erschlafft hat, während am rechten Arme, welcher emporgehoben ist und mit welchem er sich bereit macht, den Spaten hinein zu drücken, die in Thätigkeit befindlichen Muskeln angeschwollen sind. Der dreieckige Muskel und der zweiköpfige liegen glatt und unthätig an Schulter und Oberarm der linken Seite, während rechts der dreiköpfige Muskel sich mächtig verkürzt hat, der zweiköpfige stark hervortretend seine Sehnen anspannt und nicht minder die übrigen Muskeln des Oberarmes und Unterarmes als in Thätigkeit befindlich sich zeigen. Der Wadenmuskel des linken Beines ist nicht nur schlaff, sondern er wird herabgezogen, weil die vorn neben dem Schienbeine hervortretenden Muskeln etwas sich verkürzt haben und die Spitze des Fußes in die Höhe heben; der Wadenmuskel setzt sich (wie man auf der Tafel sieht) mit einer starken Sehne (der bekannten „Achillessehne“) hinten an das Fußbein an, und bei aufgerichteter Fußspitze geht das Fußbein nach unten, zieht also die Sehne des Muskels weit herab, zieht mithin auch den erschlafften Muskel platt. Wenn der Wadenmuskel sich zusammenzieht, muß das Umgekehrte erfolgen: er zieht an der Achillessehne, zieht dadurch die Ferse in die Höhe, so daß die Fußspitze nach unten kommt und der Fuß gestreckt wird.

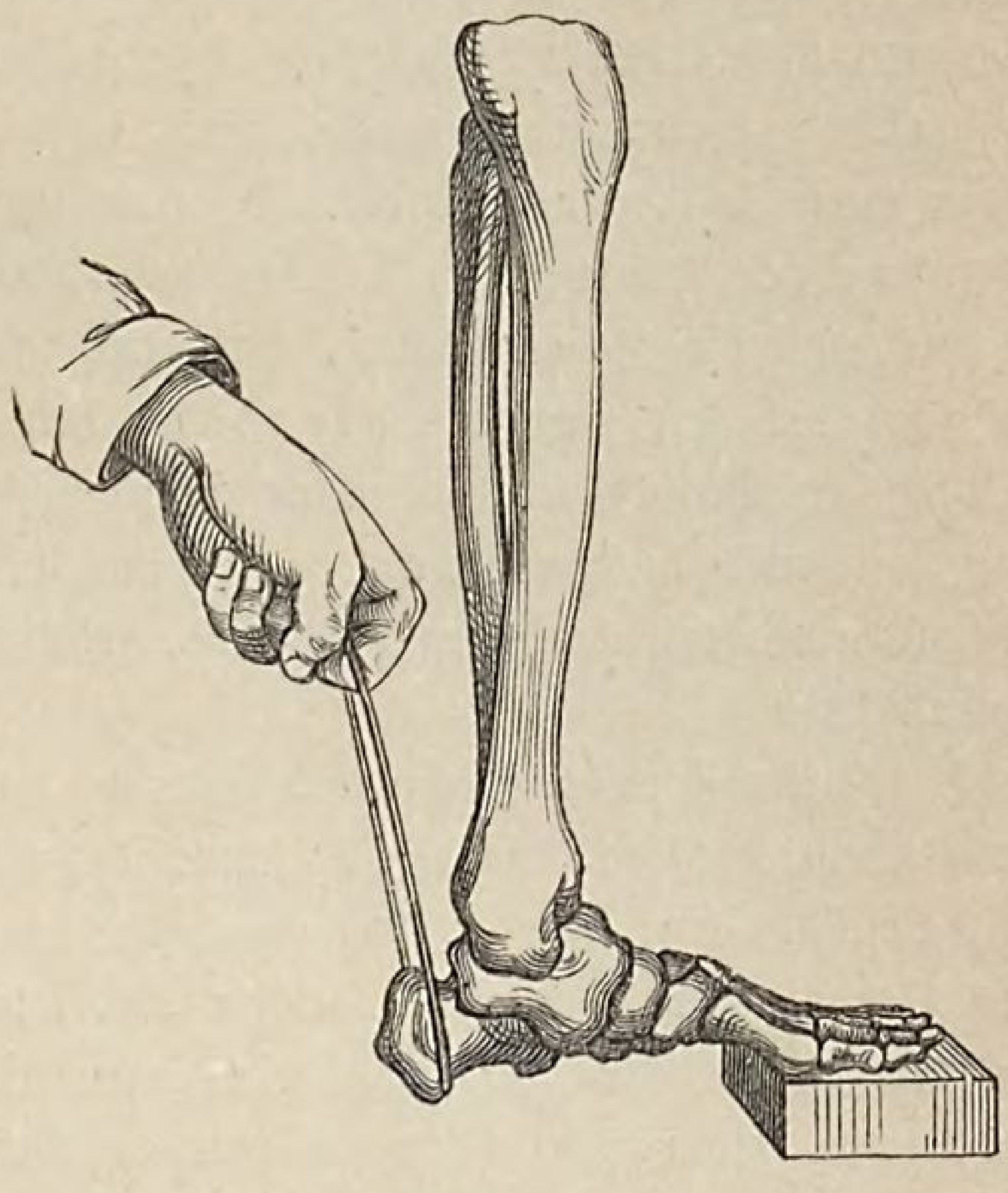


Fig. 254. Nachbildung der Wirkung des Wadenmuskels am rechten Fuße.

Schlingen wir am Skelet des Fußes um das Fersenbein ein Band und ziehen dasselbe kräftig in der Richtung gegen das Kniegelenk empor (Fig. 254), so ahmen wir dadurch den Zug des verkürzten Wadenmuskels nach und bewegen die Ferse nach oben; — da aber der Fuß im Gelenke des Unterschenkels sich dreht, so muß auch der entgegengesetzte Theil des Fußes nach unten gehen: wir bewegen also die Zehen nach unten, das heißt wir „strecken" den Fuß.

Wenn nun aber die Zehen einen Widerstand finden, wenn der Fuß auf einem Steine vorn aufruht und der Wadenmuskel sich in der angegebenen Weise zusammenzieht, so wird er nichtsdestoweniger trotz des Widerstandes die Ferse hinaufziehen gegen das Kniegelenk hin und den Fuß strecken; — da aber der Fuß nicht in die Luft gestreckt werden kann, sondern einen Widerstand findet, so muß umgekehrt von ihm das Bein in die Luft gehoben werden, — das heißt, wir strecken den Fuß so, daß wir uns auf die Zehen stellen, daß wir mit Hülfe des Wadenmuskels den ganzen Körper in die Höhe heben. — Man sieht also, daß das Märchen Münchhausen's in gewisser Weise täglich zur Wahrheit wird; ziehen wir uns auch nicht am Zopfe aus dem Sumpfe, so ziehen wir uns doch am Fersenbeine in die Höhe, sobald die Zehe einen Stützpunkt gefunden hat.

Bei dieser Bewegung wird bedeutende Kraft vom Wadenmuskel angewendet, welcher durch seine Fleischmasse zu dieser Kraftanstrengung auch ebenso befähigt ist, wie der dreieckige Muskel des Oberarmes unter ähnlichen Verhältnissen. Wenn man die Art kennt, in welcher diese Bewegung ausgeführt wird, so erscheint es nun nicht mehr auffallend, daß ein Mensch von etwa 130 Pfunden Körpergewicht eine Arbeitsleistung von 11 Centnern ausführt, wenn er die Treppe emporsteigt, — während ein kräftiger Mann, der die so häufig gefundene Körperschwere von 2 Centnern besitzt, eine Arbeitsleistung von 17 Centnern ausführt. Hieraus wird denn auch begreiflich, weßhalb starkleibige, kräftige Personen nicht ebenso schnell und leicht, wie magere, Berge zu ersteigen vermögen: ihre Arbeit übertrifft die jener um ein Bedeutendes. Selbst beim Gehen auf glatter Erde ist das der Fall. Es ist für Haut und Fettpolster der Fußsohle keineswegs gleichgültig, ob bei jedem Schritt ein Druck von 130 oder von 200 Pfunden ausgeübt wird.

Wie wir an den Fußknochen der Abbildung Fig. 252 ersehen, ist die Fußwurzel in ähnlicher Weise wie die Handwurzel aus vielen einzelnen

Knochen zusammengesetzt; diese Aehnlichkeit wird noch größer dadurch, daß sich auch an die Fußwurzel fünf Knochen des „Mittelfußes“ ansetzen, und an diese die in der Zahl ihrer Glieder ganz den Fingern entsprechenden fünf Zehen.

Betrachten wir die obere Seite eines schrägen Längsschnittes durch den rechten Fuß (Fig. 255), so erkennen wir, welcher große Unterschied zwischen der Bildung der Hand und des Fußes besteht. Zwar ist I der Mittelfußknochen der großen Zehe ebenso wie der Mittelhandknochen des Daumens mittelst eines besonderen Gelenkes e eingefügt, aber das zwischen ihm und dem zweiten Mittelfußknochen befindliche feste Band hindert das Abziehen der großen Zehe, während wir den Mittelhandknochen des Daumens ziemlich weit vom Mittelhandknochen des zweiten Fingers entfernen können. Die andern Mittelfußknochen II, III, IV, V sind fast unbeweglich mit einander verbunden, nur V zeigt cg etwas größere Gelenkverbindung und zugleich eine Knochenhervorragung nach außen. Die Fußwurzelknochen der zweiten Reihe sind einfacher in ihrer Form, als die Handwurzelknochen; sie bestehen aus dem ersten, zweiten und dritten Keilbeine, CI, CII, CIII (Os cuneiforme) und dem Würfelbeine Cub (Os cuboideum). Sie haben zwar unter sich Gelenkverbindungen, f, cc, d, b, aber diese sind durch straffe, starke Bänder von einem zum andern gehemmt, unter

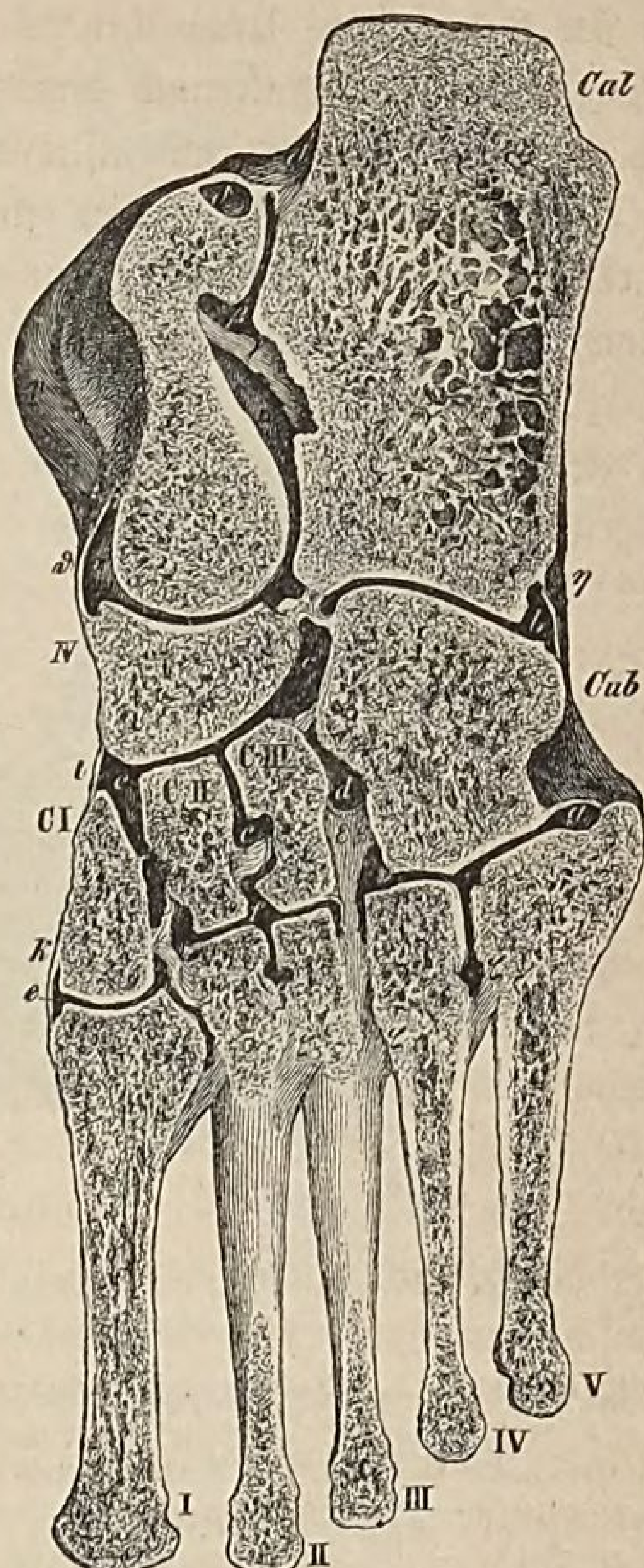


Fig. 255. Durchschnitt der rechten Fußwurzel und des Mittelfußes.
(Zwei Drittel der natürlichen Größe.)

denen namentlich das zwischen dem dritten Keilbeine und dem Würfelbeine befindliche Band ε sich auszeichnet. Hinter dem Würfelbeine liegt das Kahnbein N (Os naviculare) und hinter diesem das Sprung- oder Knöchelbein T (Talus astragalus) und zumeist nach hinten das Fersenbein Cal (Calcaneus).

Die wahre Gestalt und den Nutzen der Fußwurzelknochen erkennt man erst aus einem Durchschnitte des Fußes in der Längenrichtung der großen Zehe (Fig. 256). Hier sieht man, wie die Knochen der Fußwurzel und des Mittelfußes einen langgestreckten Bogen zusammen machen, auf dessen oberem Theile der Knochen des Schienbeines (1)

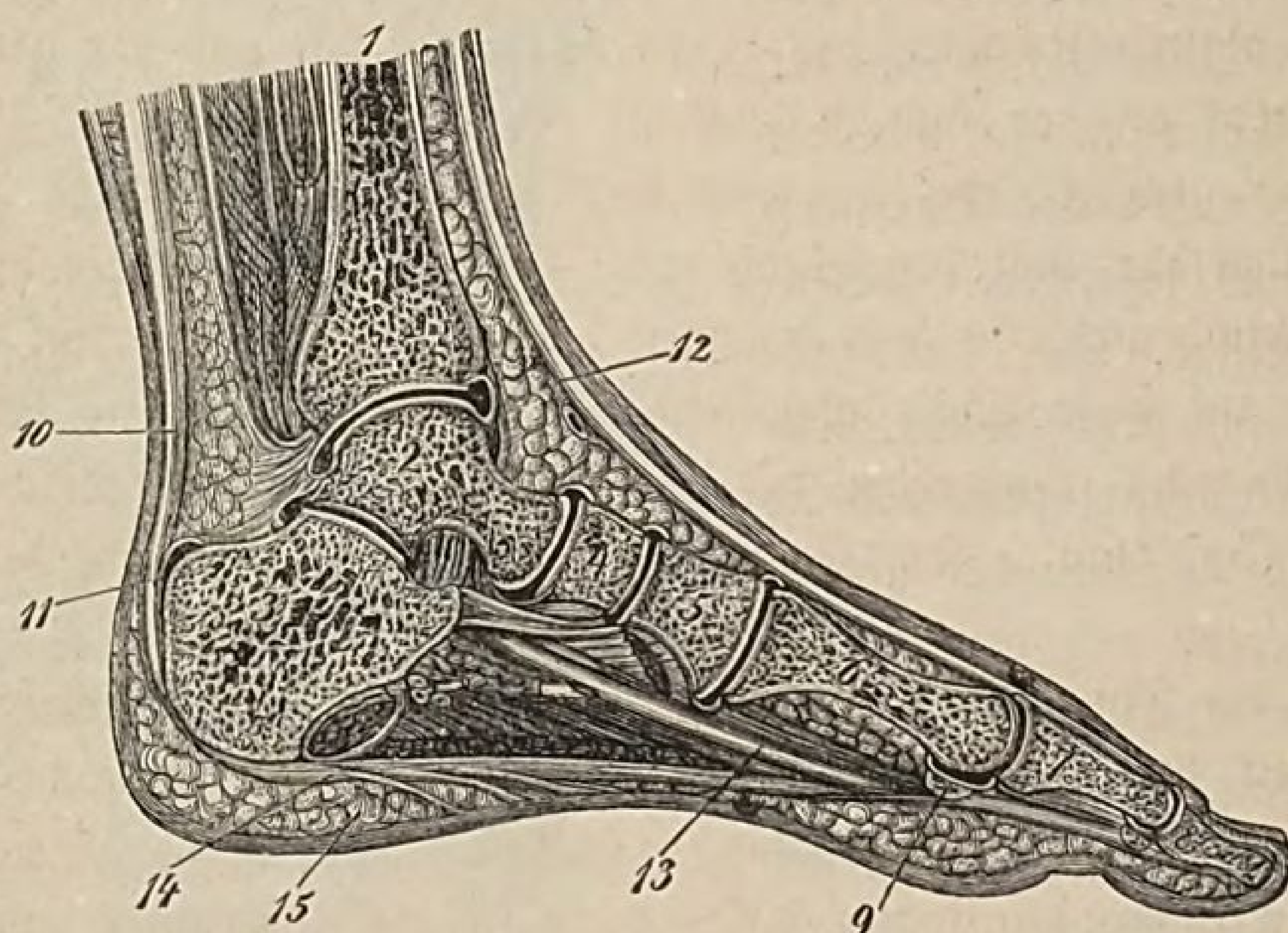


Fig. 256. Sagittaler Längsdurchschnitt des linken Fußes in der Längsrichtung der großen Zehe.

1 Schienbein (Tibia). — 2 Sprungbein (Astragalus). — 3 Fersenbein (Calcaneus). — 4 Kahnbein (Os naviculare). — 5 Erstes Keilbein (Os cuneiforme primum). — 6 Mittelfußknochen der großen Zehe (Metatarsus hallucis). — 7 Erstes und 8 zweites Glied der großen Zehe. — 9 Aeußeres Sesambein derselben. — 10 Achillessehne. — 11 Schleimbeutel der Achillessehne zwischen ihr und dem Fersenbein. — 12 Die Sehne des langen Streckmuskels der großen Zehe. — 13 Die Sehne des langen Beugemuskels. — 14 Sehnenhaut der Fußfläche. — 15 Fettpolster der Fußsohle.

aufruht, durch ein Gelenk mit dem Sprungbeine (2) verbunden; damit durch die Last des Körpers der den ganzen Körper tragende Bogen dieser einzelnen Knochenstücke nicht auseinander gedrückt werde, damit der Fuß also seinen „Spann" nicht verliere und zu einem „Plattfuße" sich gestalte, geht ein festes, breites, sehniges Band, vom untern Ende der Achillesferse ausstrahlend, hinter und unter dem Fersenbeine (3) herab und setzt

sich bis vorn in die Gegend der Zehen fest. Dieses Band (14) entspricht jener Sehnenausbreitung, welche wir an der Hand kennen gelernt haben (Fig. 248, A, 18), doch ist es an der Fußsohle stärker und kräftiger, da es hier eine viel bedeutendere Leistung auszuführen hat. Damit die Sehne des Wadenmuskels, die sogenannte Achillessehne (10), leicht über dem Fersenbeine (3) an dessen oberen Haken gleiten könne und nicht durch Reibung in der Bewegung gehindert werde, oder Entzündung hervorrufe, befindet sich daselbst ein Schleimbeutel (11), das heißt eine Blase aus Haut, mit der weichen, dickflüssigen Gelenkschmiere gefüllt, welche den Druck aufhält und als zwischenliegender weicher Gegenstand die Reibung verhindert. Ein ähnliches Verhältniß findet zwischen den kleinen rundlichen platten Knochen, den Sesambeinen (9), und der großen Zehe statt. Sowol an der äußern als an der innern Seite des Fußwurzelknochens der großen Zehe liegt unterhalb dessen Gelenkköpfchens ein solcher Knochen ungefähr von der Größe und Gestalt einer Kaffeebohne, durch einen Schleimbeutel von dem Knochen des Mittelfußes getrennt, — Druck und Stoß auf diese Weise abhaltend. (Sie entsprechen dem Erbsenbeine der Handwurzel.) Außerdem hat die Fußsohle ein dickes weiches Fettpolster (15), ähnlich dem Fettpolster an der vordern Fläche der Fingerspitzen.

Auch am Fuße finden wir, wie an der Hand, jenen Wechsel in der Beweglichkeit der Gelenke. Die Zehen besitzen nur einfache „Beugegelenke"; sie können an den Mittelfußknochen kleine „Trichterbewegungen" ausführen; mit den Fußwurzeln ist die Bewegung eine freiere; im Kniegelenk aber finden wir wieder die einfache „Beugebewegung".

Das Kniegelenk bildet eine Wiederholung des Ellenbogengelenkes, ist aber viel größer und kräftiger in seinen Knochen angelegt, weil es die Last des ganzen Körpers zu tragen hat. Größere Freiheit der Bewegung und die Möglichkeit, sich auf das Knie (beim Knien) zu stützen, wird durch besondere Vorrichtungen gewonnen. Die Form des Ellenbogengelenkes wiederholt sich im Kniegelenk in der Hauptsache. Der Oberschenkel (Fig. 257 F) entspricht dem Oberarme, das Schienbein (T) dem Ellenbogenbeine; letzteres hat einen Knochenhaken, welcher nach der Streckseite (also beim Arme nach hinten) das Gelenk des Oberarmes umgreift. Das Schienbein zeigt ebenfalls einen solchen Haken, allein der Knochen, welcher den Haken nach der Streckseite (also beim Beine nach vorn) vervollständigt, ist abgetrennt vom Schienbein als Kniescheibe (P), und

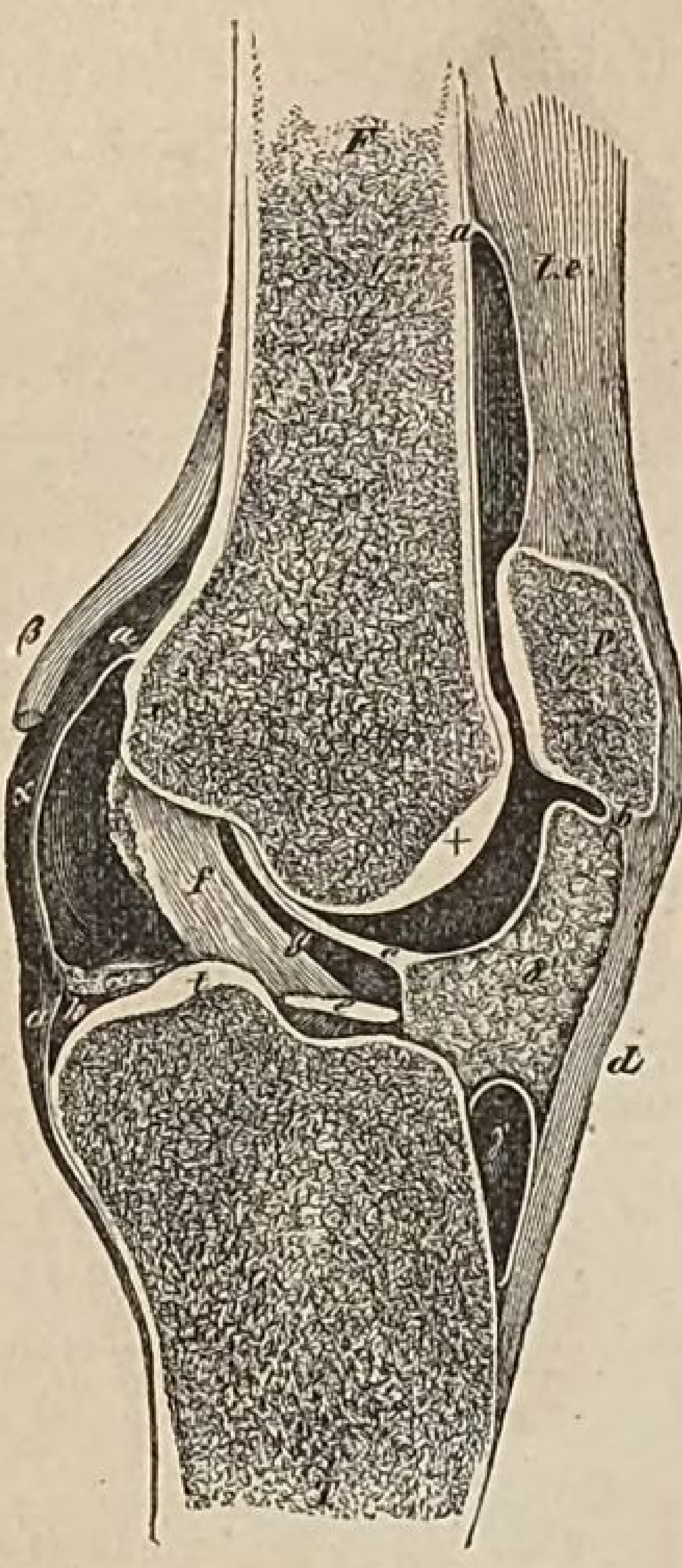


Fig. 257. Durchschnitt des rechten Kniegelenkes.

Man erblickt die innere Hälfte.

F Knochen des Oberschenkels (Femur), an dessen Gelenkfläche vorn + eine dicke Knorpelschicht, unter ihm gegenüber T das durchschnittene Schienbein (Tibia) mit t einer hervorragenden dicken Knorpelschicht (Eminentia media). Nach vorn P der rundliche, platte Knochen der Kniescheibe (Patella), an welche sich oben die große gemeinschaftliche Streckſehne t e ansetzt, und nach unten das starke Sehnenband d, welches dazu dient, die Kniescheibe nach unten in ihrer Lage zu erhalten. Ein Fettpolster δ hinter derselben und ein Schleimbeutel γ mildern den Druck dieses Bandes auf das Gelenk. Die mit Gelenkschmiere erfüllte Gelenkkapsel a, a, a ist sehr groß, reicht vorn weit hinauf; zwei feste Kreuzbänder, von denen man nur das vordere f sieht, verhindern das Seitwärtsgleiten.

zwischen beiden ist an Stelle der Knochenfortsetzung ein Fettpolster (δ) eingeschoben. Dieses letztere bildet dann die Unterlage des Körpers, wenn wir niederknien, und hat zur Folge, daß das Ruhen auf den Knien uns weit weniger unangenehm ist, als das Ruhen des ganzen Körpers auf dem Ellenbogen sein würde. Dieses Fettpolster des Knies ist aber weit dünner, als das Fettpolster der Fußsohle, vermag daher den Druck weniger abzuhalten. Wer genöthigt ist, längere Zeit ununterbrochen knieend zu arbeiten, legt sich deßhalb ein Kissen unter: er ersetzt durch ein künstliches Polster den Mangel des natürlichen. —

Der Kopf des Oberschenkels ist mit der „Pfanne" wiederum durch ein freies Gelenk verbunden, allein dieses Gelenk ist bei weitem nicht so frei, wie jenes zwischen Oberarm und Schulter, doch kann man es bei großer Uebung dahin bringen, auch mit dem Oberschenkel Scheibenbewegungen auszuführen (Kautschukmann). Das Wichtigste und Interessanteste ist die Art und Weise, wie der Schenkelkopf in der Pfanne festgehalten wird, — und wie an ihm mittelst des Sehnenbandes d c der Rumpf aufgehangen ist.

Die Schenkelknochen „tragen" nicht unmittelbar den Oberkörper, — indem etwa die Gelenkpfannen der Hüftknochen über sie gestülpt wären,

wie die kleinen Hütchen der Magnetnadeln auf die sie tragenden Stifte; — diese Art der Verbindung zwischen beiden würde bei den Bewegungen des Gehens viel zu heftige Reibung verursachen, da der Schenkelkopf eine große Oberfläche hat und der Rumpf ein bedeutendes Gewicht besitzt (bei kräftigen Männern über hundert Pfund).

Der Rumpf ist vielmehr mittelst jenes kleinen Sehnenbandes (Fig. 258, d—c) an den Köpfen der Schenkelknochen in ähnlicher Weise „aufgehangen", wie die Kutschwagen früher an Riemen und großen Eisenfedern aufgehangen waren. Das Sehnenband ist so kurz, daß es die Gelenkpfanne — und damit den ganzen Rumpf — über dem Gelenkkopf des Schenkelknochens schwebend erhält, so daß nie beide sich unmittelbar berühren, sondern immer etwas Gelenkschmiere zwischen ihnen bleibt. Bei jener vortrefflichen Raumbenutzung, welche wir bereits im Inneren der Bauchhöhle zu bewundern Gelegenheit hatten, bleibt nur ein geringer Zwischenraum zwischen beiden Knochen, — aber genügend viel, um Bewegung ohne Reibung zu gestatten. Dabei ist der ganze Gelenkraum mit der glatten, schleimigen „Gelenkschmiere" erfüllt, — auch das „Teres"-Band ist von dieser letzteren rings umgeben, — und so können wir Stunden lang gehen, ohne daß der schwere Rumpf auf den Gelenkkopf drückte.

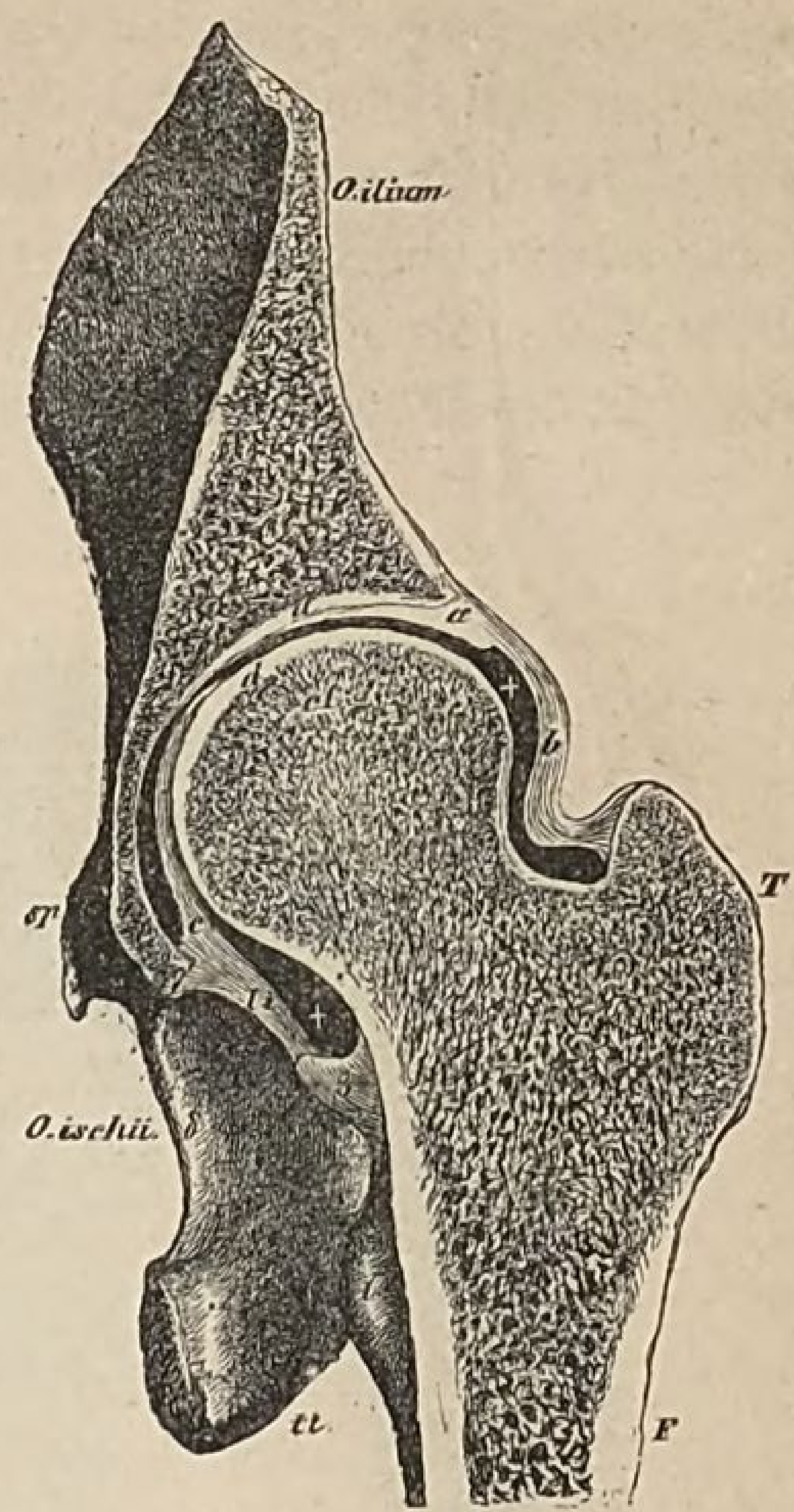


Fig. 258. Durchschnitt des linken Hüftgelenkes.

(Hälfte der natürlichen Größe.)

O. ilium, Darmbein, Hüftbein (Os ilium) mit a seiner Gelenkpfanne und *α* der knorpeligen Verlängerung derselben. O. ischii, Sitzbein, Gesäßbein. — F Schenkelbein (Femur). — T Dessen großer, nach vorn vorstehender Rollhügel (Trochander), — dessen Kopf c f liegt in der Gelenkpfanne; — oben bei d entspringt in einer Grube ein sehr festes, rundes Sehnenband, welches herabgeht bis c und daselbst mit l i dem Querbande des Einschnittes der Pfanne zusammenhängend sich ansetzt. — + + Innere Gelenkhöhle.

Der Kopf und das obere Ende des Schenkelknochens gehört zu den

sogenannten **schwammigen** (spongiösen) Knochen, d. h. er besteht nicht aus fester Bein-Masse, sondern zeigt auf dem Durchschnitt eine Zusammensetzung aus kleinen Blättchen und Bälkchen, zwischen denen sich kleine **Hohlräume** befinden, die im Leben mit Fett oder blutiger Flüssigkeit gefüllt sind, die aber nach dem Tode an ausgetrockneten Knochen Luft enthalten, — so daß sie eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Gefüge des Bade-Schwammes darbieten. Aber diese Aehnlichkeit ist nur eine sehr oberflächliche. Denn die Hohlräume des Bade-Schwammes sind regellos neben einander gestellt, — die der schwammigen Knochen aber in bestimmter Ordnung und Reihenfolge, den Linien entsprechend, in welchen die Blättchen und Bälkchen angeordnet sind.

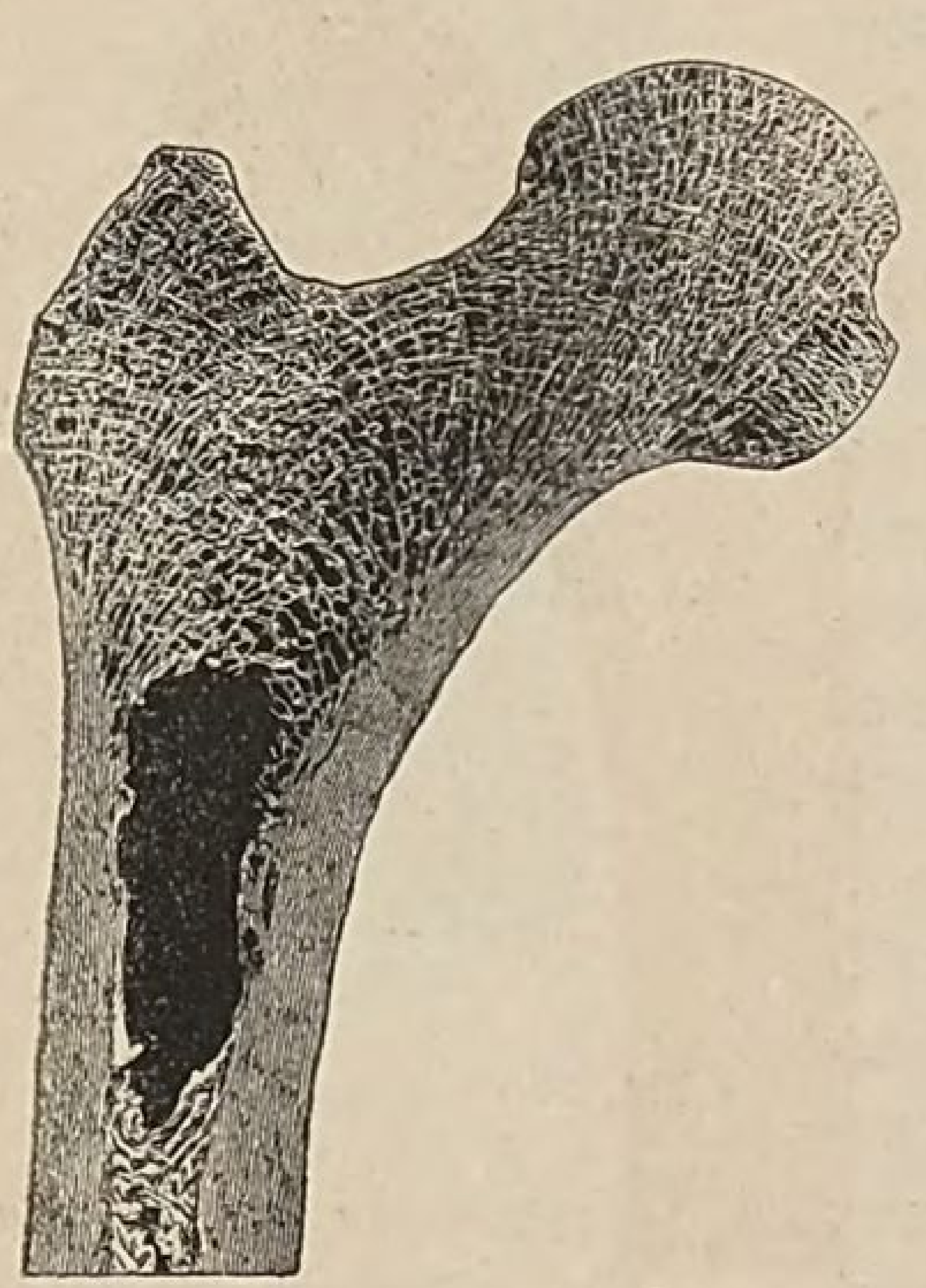


Fig. 259. Längsschnitt durch das obere Ende des rechten Oberschenkelknochens.

(Von einem 31jährigen Manne.)

Es war im Jahre 1867, als in Zürich ein Forscher einem Kreise gelehrter Freunde die überraschende Thatsache mittheilte und am senkrechten Durchschnitte eines Oberschenkelknochenkopfs darlegte, daß das Maschen-Netz der Hohlräume in bestimmter Anordnung sich vorfinde, durch den Verlauf der kleinen Knochenbälkchen abgetheilt, welche theils in flachen Bogen von einer Seite zur andern verlaufen, theils mit sanfter Krümmung von unten nach oben (Fig. 259).

Man bewunderte die regelmäßige Anordnung, fand aber keine Erklärung für dieselbe, bis ein anwesender Professor der angewandten Mathematik in den von den Knochenblättchen angedeuteten Linien die **Curven der graphischen Statik** (d. h. die Bogenlinien der Spannungsverhältnisse im Inneren eines festen Körpers) erkannte, welche den Richtungen

des „Druckes" und des „Zuges" entsprechen, denen gleichzeitig ein belastetes größeres Geräthe (oder ein Haus, eine Brücke) ausgesetzt ist. — Zum Beweise stellt er einer Anzahl seiner Schüler die Aufgabe: es solle jeder Einzelne in die Umrisse eines Krahn, an welchem eine schwere Last oben am äußersten Ende hängend befestigt ist und nach unten zieht (Fig. 260, L), die Curven des Druckes und Zuges einzeichnen, und gab diesem Krahn die Umrisse des Schenkel-Knochen. Die Zeichnungen der Schüler (welche vom Zwecke der Aufgabe keine Ahnung hatten) brachten übereinstimmend die Linien zur Anschauung, in welchen die Knochenblättchen und Hohlräume angeordnet sind: die Linien der Druck- und Zug-Wirkung.

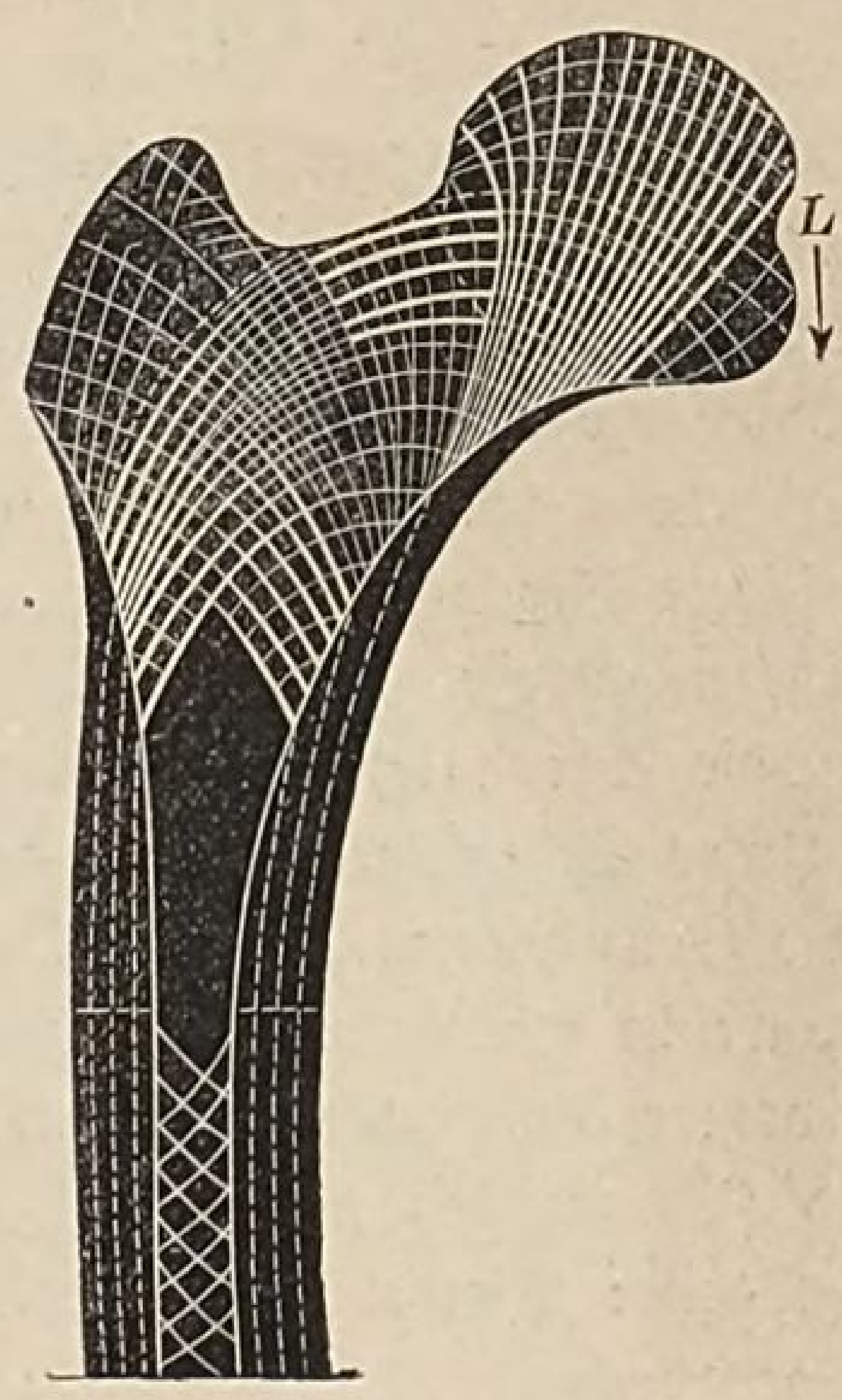


Fig. 260. Linien der Druck- und Zug-Wirkung im oberen Ende des Oberschenkelknochen.

Nun erst konnte die Ursache der regelmäßigen Anordnung der Knochenblättchen (welche sich ähnlich in allen schwammigen Knochen findet) verstanden werden. Man hatte in der Natur einen Vorgang (als Wirkung bestimmter Ursachen) entdeckt, — welchen in der Mechanik der Mensch (zur Erreichung bestimmter Zwecke) bereits selbstständig erfunden hatte.

Die Pfanne ist eine Vertiefung etwa von Form und Größe des dritten Theiles einer Hohlkugel. Der Gelenkkopf hat annähernd Kugelform und paßt in den Hohlraum der Gelenkpfanne hinein. Wenn unsere Mechaniker auf solche Weise eine bewegliche Verbindung herstellen wollten, so würden sie mittelst eines im Mittelpunkte der Kugel durchgeschlagenen Stiftes, oder durch von den Rändern der Pfanne auf den Schenkelknochen übergreifende Klammern die beiden Theile in richtiger Lage und Entfernung erhalten. Keine Vorrichtung dieser Art besteht im menschlichen Körper.

Wodurch wird dann der Schenkelkopf in der Pfanne „festgehalten"? — Die Antwort lautet: Durch Luftdruck.

Die Luft ist bekanntlich ein (elastisch=flüssiger) Körper, — hat wie jeder Körper ein bestimmtes Gewicht, — und drückt mit ihrem Gewichte auf alle sie berührenden Gegenstände. Der Druck unserer Atmosphäre beträgt auf jeden Quadratfuß fast 22 Centner*). Da ein erwachsener Mensch ungefähr 15 Quadratfuß Oberfläche hat, so übt auf ihn die Luft einen Druck von ungefähr 330 Centnern aus. — Wir „fühlen" diesen Druck allerdings nicht, weil wir von unserer ersten Entstehung an uns niemals anders, als unter dem Verhältnisse des Druckes der Atmosphäre befunden haben; aber wir genießen seine Vortheile.

Wenn man den Luftdruck nachweisen will, so saugt man mit Hülfe einer Luftpumpe unter einer Glasglocke Luft aus und dann vermag auch ein kräftiger Mann die Glocke nicht mit Gewalt wegzunehmen: so fest wird die luftleere Glocke von dem Gewicht der atmosphärischen Luft auf ihre Unterlage angepreßt. Ein Schröpfkopf oder ein Fingerhut, in dessen Innenraum die Luft durch Erwärmung verdünnt wurde, zeigen Aehnliches. — Unser Schenkelgelenk nun besteht aus einer ringsum geschlossenen, an die Gelenkpfanne und den Gelenkkopf angewachsenen Blase von fester Haut, welche nur etwas Gelenkschmiere, aber keine Luft, enthält, — welche also vom ersten Anfange ihrer Bildung „luftleer" war. Demgemäß wird sie von der äußern Luft zusammengepreßt und die an ihr befindlichen Theile: Pfanne und Gelenkkopf, werden durch den Luftdruck aneinander gehalten.

Der Beweis ist leicht zu führen. Man braucht nur durch die dünne Wand des Hüftbeines dem Gelenkkopf gegenüber ein Loch zu bohren, so daß Luft in das Innere der Gelenkhöhle tritt und — — der Gelenkkopf fällt aus der Pfanne heraus.

Auch der große, platte Knochen der Schulter, das „Schulterblatt", wird wesentlich durch den Druck der äußeren Luft auf seiner Stelle über den Rippen festgehalten.

Wenn uns der Luftdruck nicht nachtheilig ist, so liegt dies daran, daß derselbe von allen Seiten gleichzeitig und gleichmäßig auf uns ein=

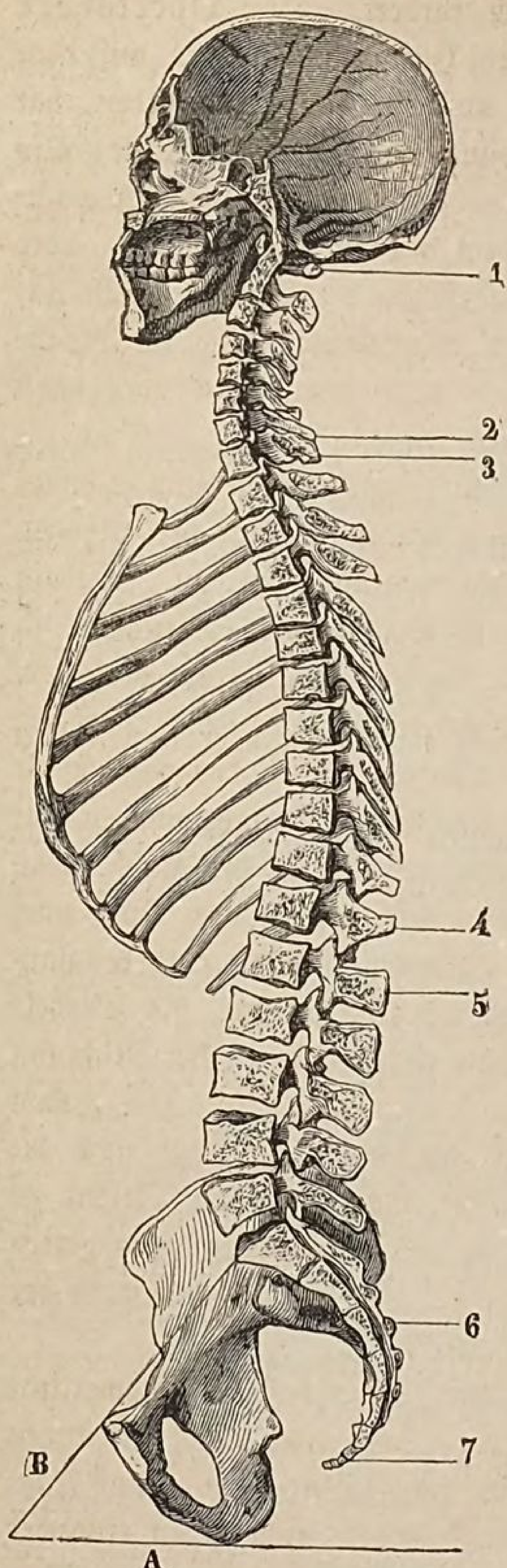
*) Die Atmosphäre vermag eine Wassersäule von 33 Fuß Höhe zu tragen. Da nun ein Kubikfuß Wasser 66 Pfund wiegt, so drückt die Luft auf jeden Quadratfuß mit dem Gewichte von 33 $\times$ 66 Pfund = 2178 Pfund = fast 22 Centner.

wirkt. Eine Seifenblase von 3 Zoll Durchmesser hält den auf ihrer Oberfläche lastenden Druck von mehr als 400 Pfunden nur dadurch aus, daß die von ihr eingeschlossene Luft gleichgroßen Gegendruck ausübt. Wenn wir ein Stück feines Postpapier über die Oeffnung eines Trinkglases spannen, so drücken wir leicht mit dem Finger ein Loch in das Papier; nehmen wir aber das Papier zwischen Daumen und Zeigefinger, so können wir so stark die Finger zusammenpressen, als wir wollen, ohne daß das Papier zerdrückt wird, — weil der Druck von beiden Seiten zugleich ausgeübt wird.

Unsere Abbildung des Hüftgelenkes (Fig. 258) ist nach einem Gelenke aus dem Körper einer jugendlichen Person gemacht. Im Verlaufe der Jahre wird der Hals des Gelenkkopfes länger und der Kopf beugt sich mehr vom Schenkelknochen ab, so daß dann der Rumpf noch mehr über den Gelenkköpfen frei und leicht beweglich schwebt. — Daß er dabei nicht zur Seite hin das Uebergewicht erhalte, — dafür sorgen die ihn stützenden Beine. Was aber bewirkt, daß er nicht nach vorn oder hinten überschwanke?

Um diese Frage zu beantworten, wollen wir nachstehend die Bewegungen der Beine und des Oberkörpers beim Stehen, Gehen und Springen betrachten.

Damit zunächst beim „Stehen" der Rumpf im Gleichgewicht erhalten werde, muß die Schwerlinie des Körpers auf den von den Füßen umschlossenen Raum, das heißt auf die jeweilige Grundfläche unseres Körpers fallen. Die Schwerlinie denkt man sich senkrecht von dem Schwerpunkte des Körpers auf den wagrechten Erdboden gezogen. Der Schwerpunkt unseres ganzen Körpers fällt in den obern Theil des Kreuzbeines, etwas tiefer und weiter nach hinten, also da, wo in Fig. 261 die Linie B die Hervorragung des Kreuzbeines berührt; der Schwerpunkt des Oberkörpers (ohne die Beine, aber mit herabhängenden Armen und dem Kopfe) hat seinen Platz unmittelbar vor der Mitte des zehnten Rückenwirbels. Würde man an vorliegender Figur durch eine senkrecht auf der Linie A stehende Linie die Stellen dieser beiden Schwerpunkte mit einander verbinden, so würde die Verlängerung dieser Linie gerade an der Stelle auftreffen, wo der Kopf auf dem ersten Halswirbel aufruht. An dieser Stelle kann der Kopf des Menschen im Gleichgewicht erhalten werden, so daß man den abgeschnittenen Kopf auf beiden Gelenkflächen ziemlich leicht zu balanciren vermag, wobei er jedoch mehr Neigung



zum Uebergewichte nach vorn, als nach hinten zeigt. Die starken Muskeln und Bänder, welche wir im Nacken besitzen, geben fast ohne unser Zuthun wirksamen und reichlich genügenden Gegenzug, und bewirken es, daß der Kopf bei aufrechter Stellung ruhig im Gleichgewichte gehalten werden kann, ohne daß dies sehr anstrengend wäre, zumal beim Erwachsenen durch die Nebenhöhlen der Nase die nach vorn liegenden Gesichtsknochen leichter gemacht werden.

Die Wirbelsäule verläuft nicht gerade, sondern zeigt vierfache Krümmung. Die sieben Halswirbel machen zusammen einen Bogen, dessen Wölbung nach vorn gerichtet ist; die zwölf Brustwirbel bilden zusammen einen Bogen, dessen Wölbung nach hinten gerichtet ist; — die fünf Lendenwirbel wölben sich wiederum nach vorn, wenn auch in geringem Grade, — und die unter einander verwachsenen Wirbelstücke des Kreuzbeines geben wieder eine Wölbung nach hinten. Hierdurch entsteht in der ganzen Kette der Rückenwirbel eine vierfach gewundene Schlangenlinie, welche von vorn nach hinten (in der „Sagittal=-Richtung) verlaufend bald vor, bald hinter der Schwerlinie sich befindet und auf diese Weise

Fig. 261. (Sagittal=) Durchschnitt durch die Mittellinie des Rumpf-Skelets.
1 Erster Halswirbel. — 2 Siebenter Halswirbel. — 3 Erster Brustwirbel. — 4 Zwölfter Brustwirbel. — 5 Erster Lendenwirbel. — 6 Kreuzbein. — 7 Schwanzbein. — A Wagrechte Linie; B Winkel, welcher mit derselben die „Neigung des Beckens" bildet.

das Erhalten des Gleichgewichts wesentlich fördert. Der Oberkörper kann entweder in der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes, oder auf dem „Sitzknorren" (welcher auf der Linie A aufsteht) balancirt werden, hat aber in beiden Fällen den Unterstützungspunkt vor der Schwerlinie, also Neigung, nach hinten überzuschwanken, — welcher Neigung wir nachgeben, wenn wir beim Sitzen uns mit dem Rücken anlehnen, — oder die wir bekämpfen, indem wir beim Geradestehen die Bauchmuskeln anziehen und den Oberkörper also durch vorn angebrachten Zug im Gleichgewicht halten, — oder indem wir ihn beim Gehen etwas nach vorn überbeugen und dadurch die Schwerlinie ändern.

Ueberhaupt gilt Alles, was in Bezug auf Schwerpunkte und Schwerlinien und deren Ort gesagt wurde, nur für die Augenblicke der ruhigen, geraden Haltung des Oberkörpers bei herabhängenden Armen. Sobald die Arme gehoben werden, sobald wir andere Bewegungen ausführen, ja schon durch Aufnahme von Speise und Getränk oder Entleerung derselben, ändern wir sofort Schwerpunkt und Schwerlinie. Nach der Mahlzeit wird die Krümmung der Lendenwirbel geringer, dafür beugen sich die Brustwirbel stärker, das Kreuzbein wird nach hinten herausgeschoben, die Krümmung der Brust vermindert sich, und dabei wird der Kopf etwas nach hinten geschoben (Fig. 262 B). Wenn wir dagegen den Kopf nach vorn neigen und sinnend, den einen Fuß vorgestellt, stehen oder langsam gehen, so ist die Krümmung des Rückens erheblich größer, die Wirbelsäule steht schräg nach vorn, und der Raum, welchen sie in der Richtung von vorn nach hinten einnimmt, hat zugenommen (Fig. 262, D). Heben wir dagegen die Arme und breiten sie wagrecht aus, so zeigt auch die Wirbelsäule, daß sie dann ein größeres Gewicht zu beiden Seiten zu tragen habe, sie streckt sich in die Höhe, die Halskrümmung wird geringer (Fig. 262, E) und die gesammten Verhältnisse werden denen in der Paradestellung des Soldaten ähnlich (Fig. 262, C).

Das aufrechte Stehen verlangt aber, außer daß die Schwerlinie in die von den Füßen begrenzte Fläche falle, auch noch, daß diejenigen Gelenke, auf welchen die Last des Rumpfes ruht (Hüft-, Knie- und Fuß-Gelenk) so gesteift sind, daß sich die Gelenk-Enden nicht gegen einander bewegen können. Dies geschieht theils durch die Schwere der über den Gelenken befindlichen Körpermasse und die gleichzeitig stattfindende Anspannung der Bänder, — theils müssen wir durch willkürliche Zusammenziehung der Muskeln dem Ueberschwanken des Körpers die Gegenpart

halten und dem Zusammenknicken der Gelenke durch Anspannung der Streckmuskeln begegnen. So lange wir nur mit Hülfe der geeignet fallenden Schwerpunktlinie und durch Anspannung der Bänder uns im Gleichgewichte erhalten, brauchen wir keine selbstthätige Anstrengung auszuführen, — sobald wir aber mit Hülfe der Muskeln uns im Gleich-

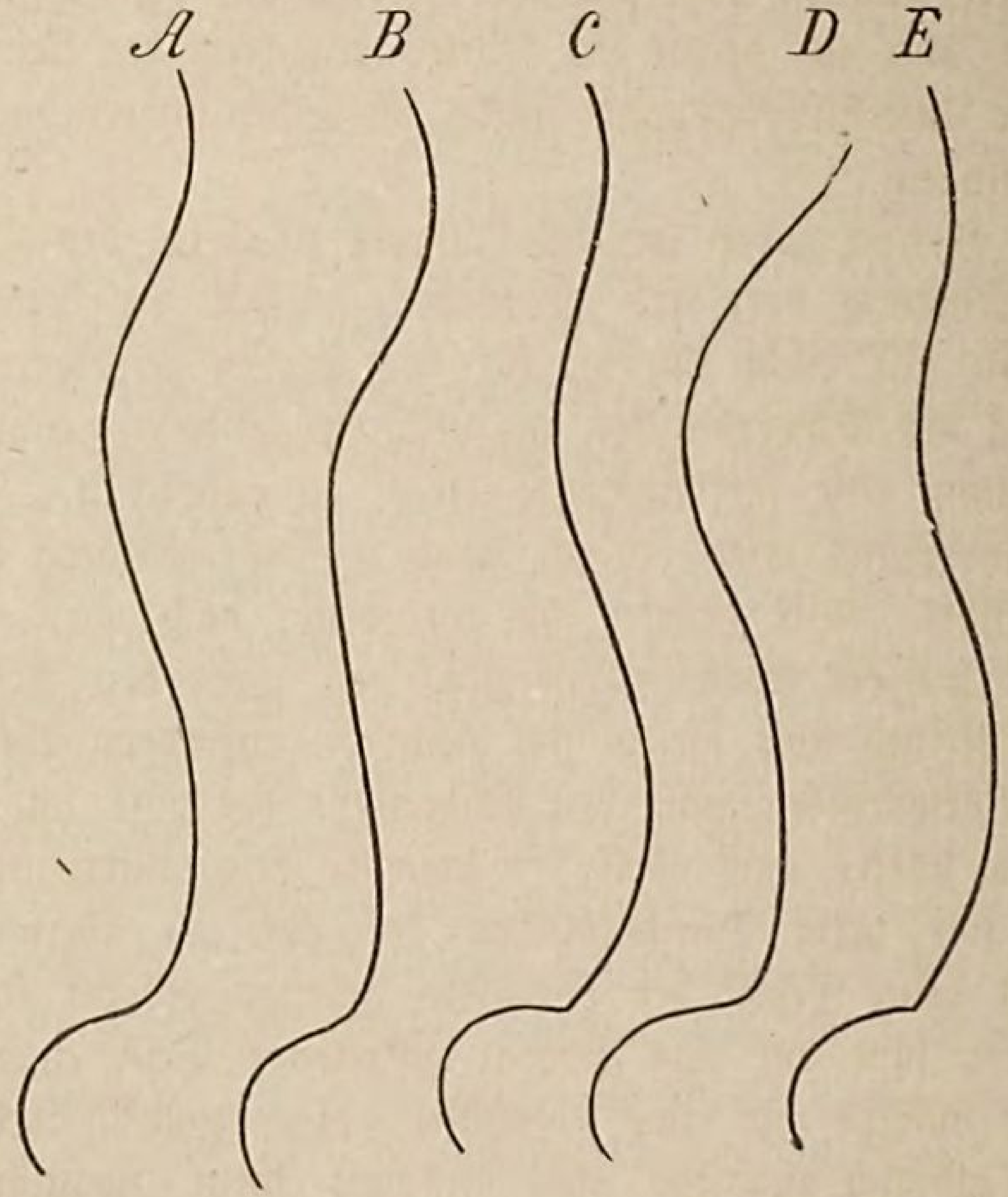


Fig. 262. Krümmungen der Wirbelsäule unter verschiedenen Bedingungen. (Am lebenden Menschen aufgenommen von Parrow.)

A Bei aufrechter Stellung, nüchtern. — B In aufrechter Stellung nach der Mahlzeit. — C In soldatischer Paradestellung. — D Das Haupt nach vorn übergeneigt. — E Die Arme wagrecht ausgestreckt.

gewichte erhalten, werden wir von dieser beständigen gleichmäßigen Thätigkeit „ermüdet".

Hüft- und Kniegelenk würden ohne Bänder und angespannte Muskeln die Last des aufrecht stehenden Körpers nicht tragen können; der Körper würde nach hinten überfallen, weil die Schwerlinie hinter den Drehpunkten jener Gelenke sich befindet. Dagegen müßte der obere Theil,

Brustwirbel, Hals und Kopf, nach vorn überschwanken, weil die Schwerlinie sich vor den Drehpunkten der Gelenke an den betreffenden Knochen befindet. Wer jemals Betrunkene oder Ohnmächtige beobachtet hat, bei denen der Körper nur in Folge Nachlassens der Muskeln zusammensank, der weiß auch, daß das Niederfallen in dieser Weise vor sich geht.

Beim Fuße bedürfen wir der Muskelanspannung nicht. Jeder Fuß ruht auf drei Punkten auf: auf der Ferse, auf den Sesambeinen der großen Zehe und auf denen des Mittelfußknochens der kleinen Zehe, so daß der erste Unterstützungspunkt hinter, die beiden andern vor der Schwerlinie sich befinden.

Beim Gehen haben wir die Aufgabe zu lösen, den Oberkörper in wagrechter Richtung vorwärts zu tragen mittelst der Bewegungen der Beine, haben also nicht nur die für das Stehen geforderte zweckmäßige Unterstützung des Schwerpunktes auszuführen, sondern gleichzeitig in wagrechter Richtung eine fortbewegende Kraft zu entwickeln. — Der erste Theil der Forderung wird einfach durch passende Haltung des Oberkörpers ausgeführt. Wir beugen ihn ein wenig nach vorn, so daß der Schwerpunkt bei der Vorwärtsbewegung des gegen den Boden sich aufstemmenden Beines über diesem sich befindet; außerdem überwinden wir durch diese Vorwärtsbewegung den Widerstand der Luft und beugen uns daher um so stärker nach vorn, je schneller wir laufen und je größern Widerstand wir beim Durchschneiden der Luft zu überwinden haben. Würde nicht beim Gehen der vorwärts gebeugte Körper immer wieder durch das vor ihm auf dem Boden auftretende Bein einen Stützpunkt gewinnen, so müßten wir vorn überfallen; dies geschieht auch, sobald wir beim Gehen plötzlich anhalten, ohne uns mit einem gewaltsamen Ruck im Oberkörper nach hinten zu beugen, das heißt ohne augenblicklich, sobald wir stillstehen, die Muskeln des Rückens anzuziehen und dadurch die zu weit nach vorn (vor die von den Füßen gebildete Fläche) auftreffende Schwerlinie wiederum nach hinten zu ziehen.

Die Bewegungen der Beine beim Gehen hat man mit dem Rollen eines Wagens zu vergleichen, — es wäre dies aber ein Rad, welches aus zwei (verkürzbaren und verlängerbaren) Speichen und anhängenden Stücken des äußern Radringes bestünde, so daß immer, wenn ein Stück des äußern Radringes sich abgerollt und die Speiche und Achse vorwärts getragen hat, die andere Speiche wie ein Pendel vorschwingt,

sich aufsetzt, wieder ihr Radstück abrollen läßt, worauf dann die andere Speiche vordringt.

Die Gehbewegungen sind aber noch etwas zusammengesetzter, und nur das Eine ist bei diesem Vergleiche richtig: daß die Beine hin und her schwingen beim Gehen, wie ein Pendel. Wir können uns leicht davon überzeugen, daß unsere Beine dies auszuführen vermögen; wenn wir mit dem einen Fuße auf eine Fußbank oder auch nur auf eine Thürschwelle treten, uns mit dem Rücken anlehnend, so können wir mit äußerst geringer Muskelkraft und ohne Anstrengung das andere Bein durch sein eigenes Gewicht hin und her schwingen lassen, wie der Pendel an einer Uhr hin und her schwingt. Wie beim Pendel bestimmt auch beim Beine die Länge desselben sowol Schwingungsgröße als Schwingungszeit, — daher beim Gehen die Länge der Schritte und die Zahl derselben. Langbeinige Personen machen große, aber langsamere Schritte; klein gewachsene Leute gehen mit kleinen, aber schneller auf einander folgenden Schritten. So bewegt sich auch der Pendel einer großen Uhr langsam, durchmißt aber eine größere Raumstrecke, während der Pendel kleiner Uhren um so schneller hin und her schwingt, je kürzer er ist.

Wollen wir zu gehen anfangen, so beginnen wir den ersten Schritt damit, daß wir das eine Bein mit den Zehen gegen den Boden aufstemmen, die Ferse etwas heben, gleichzeitig die Hüfte nach vorn bewegen und den Oberkörper nach vorn neigen; dann haben wir das Gefühl eines beginnenden Falles, und wir kommen dem Falle zuvor, indem wir das andere Bein krümmen, so daß es kürzer wird, die aufgehobene Ferse nach hinten bewegen, nun das Bein nach vorn schwingen lassen und da, wo es dem Boden zunächst sich befindet, dasselbe aufsetzen: entweder mit der Spitze zuerst beim Paradeschritt der Soldaten und beim Tanzschritt, — oder mit der Ferse zuerst beim plumpen Schritt Ungeübter, Kranker, sowie Derer, die eine schwere Last tragen, oder endlich mit der ganzen Sohle gleichzeitig auftretend beim regelrechten Gehen.

Wollen wir weiter schreiten, so halten wir die Bewegung, in welcher sich der Rumpf und der ganze Körper befindet, nicht auf, sondern unterstützen dieselbe, indem wir mit dem Beine, welches eben erst auf den Boden gelangt ist, uns aufstemmen und das andere in Pendelschwingung vorwärts bewegen. Aus diesem wechselnden Aufstemmen des Stand- oder Stemmbeines und den als Pendel vorwärts schwingenden Bewegungen des Schrittbeines setzt sich jeder Schritt zusammen, und indem

die beiden Beine im Stemmen und Schreiten abwechseln, gelangen wir vorwärts. Anfangs werden diese Bewegungen mit Absicht und Bewußtsein ausgeführt; später gehen sie, Dank der geringen Anstrengung der Pendelschwingungen, ganz ohne unser Bewußtsein mechanisch vor sich, so daß wir beim Gehen nicht mehr an das denken, was wir mit den Füßen ausführen. (Hinkende oder mit Hülfe der Krücken Gehende müssen beständig ihre Bewegungen und die Gestalt des Bodens beachten, deßhalb strengt sie das Gehen mehr an, als Gesunde.)

Das stemmende Bein verlängert sich durch Abwickelung der Sohle auf dem Erdboden und indem es sich etwas streckt; aber es streckt sich nicht vollständig gerade, sondern beim gewöhnlichen Gange nimmt man auch im hintern Knie eine Kniebeugung wahr.

Die Schrittstellung scheint etwa folgende zu sein: Das hintere Bein, welches sich auf den Boden stemmt, berührt mit dem Gelenkköpfchen des Mittelfußes der großen Zehe die Erde; — das vordere Bein steht mehr oder weniger senkrecht, ist aber im Knie in beliebigem Grade gebeugt; — der Rumpf steht ein klein wenig nach vorn geneigt, im Becken aber mehr geneigt, als im ganzen Körper, und deßhalb ist die Wirbelsäule zur Ausgleichung in der Gegend der Lendenwirbel stärker gebogen; durch letzteres kann das nach hinten sich aufstemmende Bein leichter gehoben und mithin zu seiner Pendelschwingung nach vorn geneigt gemacht werden. Dabei ist das Knie des abstoßenden oder stemmenden Beines gebeugt, während dessen Fuß sich streckt; das Standbein dagegen streckt sich mehr im Knie.

Wenn auch die Schrittdauer von der Schwingungsdauer des pendelnden Beines abhängt, so ist dabei doch ebenfalls die Zeit von Einfluß, während welcher beide Beine den Boden gleichzeitig berühren. Personen gleicher Beinlänge gehen deßhalb nicht alle gleich schnell, sondern diejenige geht um so schneller, je kürzere Zeit die beiden Beine derselben den Boden berühren, und am schnellsten ist der Gang, wenn immer in demselben Augenblicke, wo das eine Bein auf den Boden auffällt, das andere von demselben gelöst wird.

Wenn aber gar eine Zwischenzeit beim Gehen eintritt, während welcher keines der beiden Beine den Boden berührt, sondern der Körper in der Luft schwebt, so nennen wir diese Gangart „Laufen".

Das Laufen ist genau genommen ein Gehen mit eingeschalteten Sprungbewegungen. Der Sprung besteht darin, daß unsere Beine im

Zickzack sich beugen und plötzlich sich strecken. Die Beugung geschieht in der Hüfte vorn, im Knie hinten, im Fußgelenk wieder vorn, so daß also

Fig. 263. Gestalt der Schrittstellung. (Nach H. Meyer.)

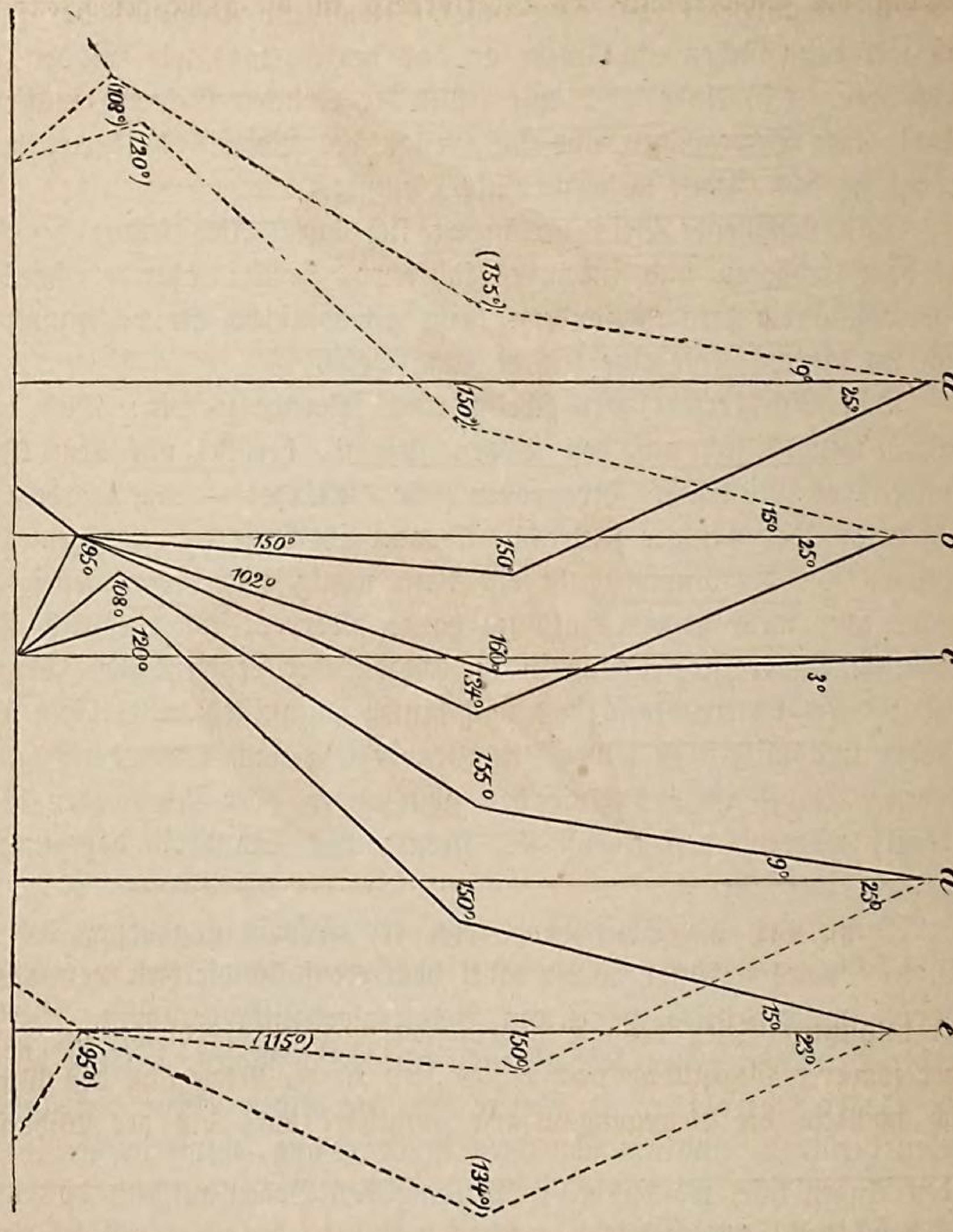


Fig. 263. Die Linien stellen die Bewegung eines Beines dar vom Augenblicke des Aufsetzens bis zu dem Augenblicke der Ablösung von dem Boden; — die punktirten Linien deuten das andere Bein an vom Augenblicke der Ablösung bis zum Wiederaufsetzen; doch ist die Pendelschwingung bei c weggelassen.

Von a bis b wird das mit der Sohle auf den Boden aufgesetzte (durch ununterbrochene Linie bezeichnete) Schreit-Bein von dem hinter ihm befindlichen Stemm-Bein vorgeschoben; — von b bis c

bei gleichzeitiger Beugung der Gelenke wirklich eine Zickzacklinie entsteht. Werden nun die Beine plötzlich gestreckt, so wird mit einer schnellen Bewegung der Schwerpunkt des Oberkörpers in die Höhe geworfen; nach

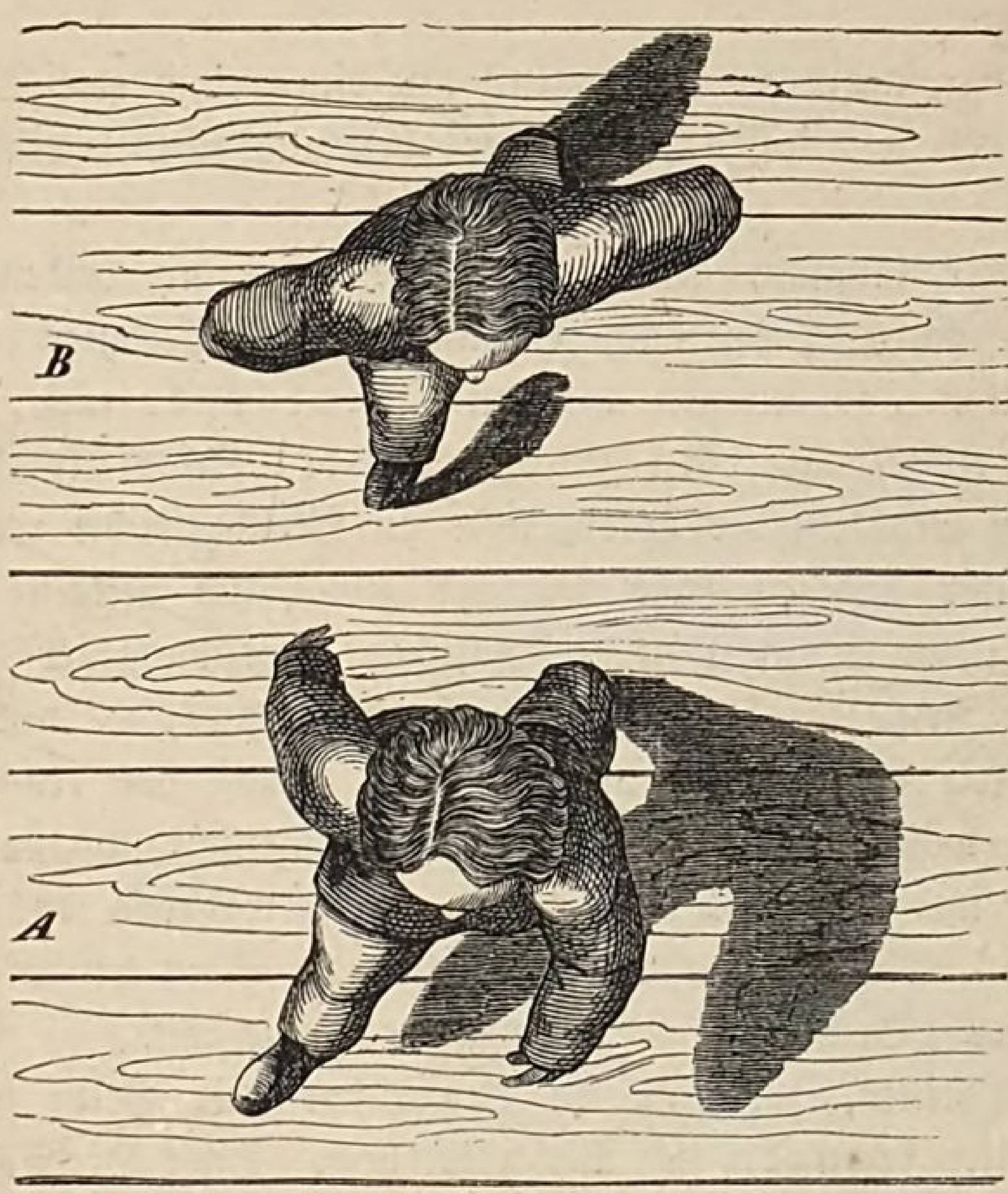


Fig. 264. Verhalten des Oberkörpers während des Gehens
A bei frei herabhängenden Armen, — B bei eingestemmten Armen. (Nach Reclam.)

dem bekannten Gesetz des „Beharrungsvermögens" verbleibt ein geworfener schwerer Gegenstand noch einige Zeit in der Bewegung des Wurfes, auch nachdem die Bewegungsursache aufgehört hat, bis der Widerstand

---

streckt es sich im Knie und hebt dadurch den Körper in die Höhe; von c bis e wird das bisherige Schreit-Bein zum Stemm-Beine und wirkt schiebend, während zugleich das Knie etwas mehr gebeugt, der Fuß aber gestreckt wird.

(Von a bis b wird das Bein im „hinteren Ergänzungsbogen" geschoben; von b bis c führt es den Hauptbogen aus; von c bis d fällt es in den vordern Ergänzungsbogen, und von d bis e wirkt es schiebend in dem hintern Ergänzungsbogen des nächsten Schrittes. Beim Schritte wird das Becken nach vorn geneigt; Lendeneinknickung der Wirbel gleicht die gestörte aufrechte Haltung des Rumpfes aus; durch gleichzeitige Kniebeugung und Fußstreckung des abstoßenden Beines wird der Winkel des hintern Schenkels gegen die Senkrechte möglichst klein, daher die Ausgleichung geringer, der Gang zwangloser. Kniestreckung findet nur im Hauptbogen statt.

der Luft und die Anziehung der Erde die Bewegung hemmen und zu Ende führen. Dem entsprechend fliegt der von den Beinen beim Sprunge in die Höhe geworfene Oberkörper durch die Luft und trägt die an ihm hängenden Beine, bis er aus den angegebenen Ursachen wieder auf dem Boden ankommt.

Alle Bewegungen des Springens mit einem und zwei Beinen, beim Laufen, Turnen 2c., lassen sich in der oben angegebenen einfachen Weise erklären.

Wenn wir langsam gehen und beide Arme an beiden Seiten des Körpers ihrer ganzen Länge nach fest anlegen (wie Soldaten beim Parademarsch dies thun), so bewegen wir den Oberkörper nicht, sondern der Rumpf wird etwas nach vorn geneigt, von den Schenkelknochen getragen und durch die Muskeln der Wirbelsäule im Gleichgewichte erhalten.

Wenn wir dagegen (wie Männer gewöhnlich pflegen) mit lose herabhängenden Armen in gewöhnlicher, ungezwungener Weise gehen, so führen die Arme ebenfalls Pendelbewegungen aus, — und zwar über das Kreuz, wie bei vierfüßigen Thieren, so daß der rechte Arm nach vorn pendelt, während das rechte Bein sich einstemmt und das linke ausschreitet, — und der linke Arm vorschwingt, während das rechte Bein vorschreitet. — Während dieser Zeit machen die Schultern mit dem Querdurchmesser der „Brust“ die Bewegung der Arme mit, — indessen das „Becken“ mit seiner Querachse den Bewegungen der Beine folgt. Beide Querdurchmesser kreuzen sich also wiederholt. Diese Drehung des Oberkörpers dient zur Erhaltung des Gleichgewichtes (wirkt auch als Bauchpresse und befördert hierdurch den Stuhlgang).

Wenn wir dagegen die Hände in den Hüften einstemmen (wie Turner), oder gefaltet vor den Leib halten (wie Frauen und Geistliche), oder auf den Rücken legen (wie Männer bei langsamem Spazierengehen), so kann der Oberkörper unbeweglich gehalten werden, für gewöhnlich aber folgen die Schultern den Bewegungen des Beckens, so daß mit der rechten Hüfte auch die rechte Schulter vorgeht und umgekehrt. — —

Wie man sieht, sind bei allen Bewegungen unseres Körpers nicht nur die Muskeln, sondern auch die Knochen von Wirkung; die Muskeln haben als „aktive“ Bewegungsorgane Kraft zu entwickeln, die Knochen haben als „passive“ Hülfsmittel der Bewegung diese Kraft an sich auszuhalten, müssen daher fest genug sein, um genügenden Widerstand zu leisten.

Die **Knochen** erhalten ihre **Festigkeit** theils durch ihre Form, theils durch den Stoff, aus welchem sie bestehen. Durch ihre **Form** werden die Knochen widerstandsfähig, indem die langen Knochen Röhren sind aus fester Knochenmasse, innen mit Fett gefüllt, welches letztere von Wichtigkeit ist für die Blutbildung und die Ernährung des Körpers. Andere Knochen sind platt, mit Vorsprüngen versehen, an denen die Muskeln sich ansetzen können; die meisten der platten Knochen sind, wenn im Innern nicht hohl, so doch mit einer weichen, schwammigen Knochenmasse, welche ebenfalls Blut und Fett in ihren Zwischenräumen enthält, ausgefüllt, so daß sich die Anordnung ähnlich wiederfindet, wie bei den Röhren. Wir haben aber schon früher darauf aufmerksam gemacht (S. 411), daß Röhren und hohle Körper aus fester Masse weit bedeutendere Festigkeit und Widerstandskraft haben, als Gegenstände gleicher Größe und Form, welche aus gleichartigem Stoffe zusammengesetzt sind.

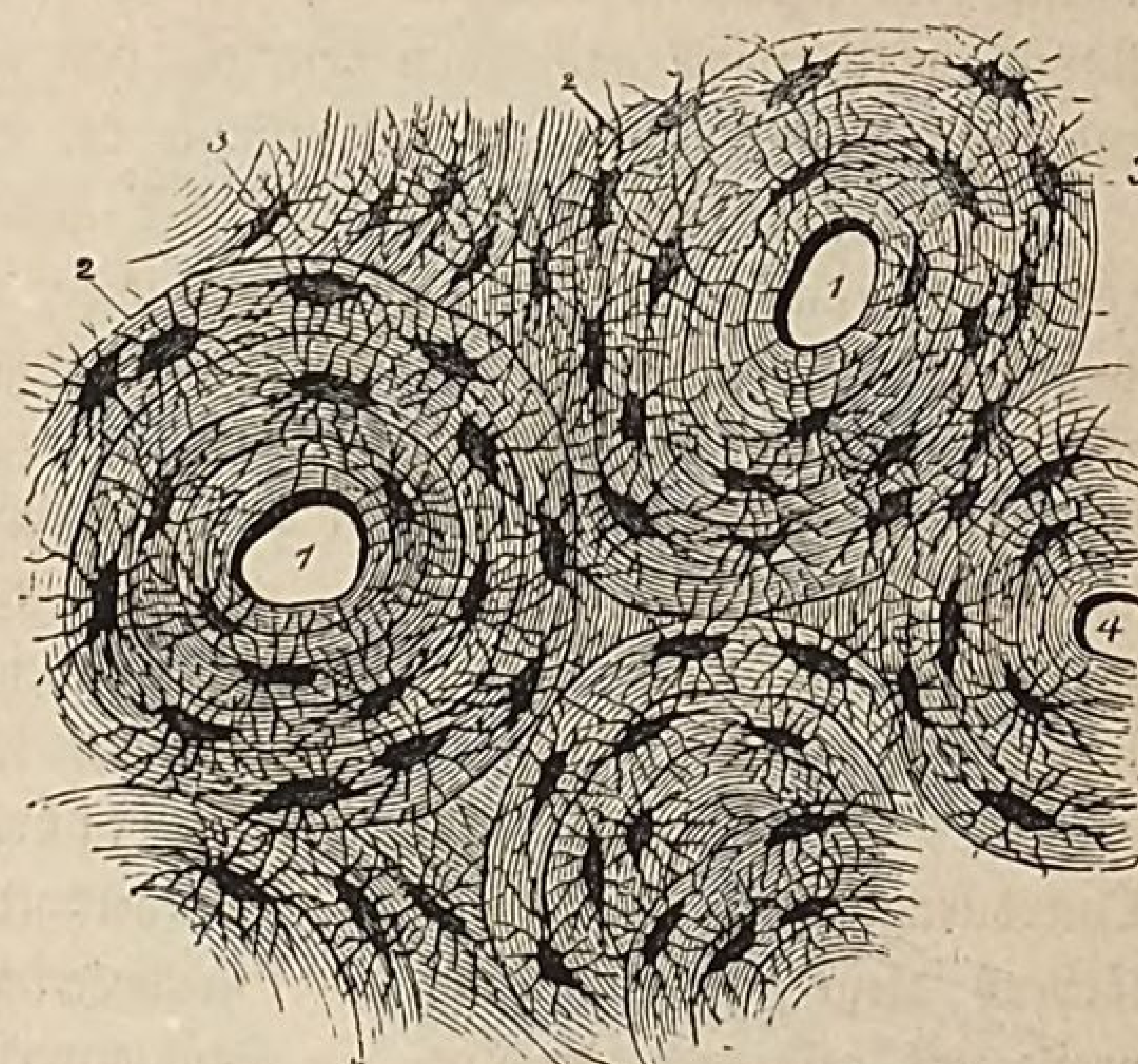


Fig. 265. Theil eines queren Knochenschliffes. (250mal vergrößert.)
1 Raum der früheren Blutgefäße oder Havers'schen Kanäle. — 2 Schichtenweis abgelagerte Knochenmasse um die Blutgefäße. — 3 Knochenkörperchen mit ihren Kanälen. — Mehrere der benachbarten Schichten sieht man nur theilweise, ebenso 4 eine Oeffnung eines früheren Blutgefäßes.

Außerdem ist auch die **Knochenmasse** so gebildet, daß sie in sich selbst bedeutende Festigkeit birgt. In einzelnen Schichten wächst sie um die Blutgefäße herum; in Folge dessen ist der Knochen aus lauter einzelnen sehr feinen, in einander geschichteten Röhren aufgebaut, ähnlich wie die berühmten Damascenerklingen aus einzelnen zusammengeschlagenen und geschweißten Drahtstücken bestehen, wodurch sie eben ihre große Festigkeit und Zähigkeit erhalten. Die Schichten der Knochenmasse selbst aber sind durchzogen mit hohlen Zellen, welche nach allen Seiten stachelförmig mit Auswüchsen

versehen sind, so daß sie im Durchschnitt fast einer Spinne mit ihren Beinen ähnlich sehen. Wiederholt findet man im Körper die Anordnung von Zellen mit längeren oder kürzeren Auswüchsen da, wo der Masse, in welcher die Zellen liegen, Festigkeit gegeben werden soll. So kommen im Gehirn weiche Zellen vor, welche Verlängerungen wie Arme eines Polypen nach verschiedenen Seiten ausstrecken und welche durch die Verflechtung dieser Verlängerungen unter einander, trotz ihrer Weichheit, der gallertartigen Masse der Hirnrinde eine gewisse Festigkeit verleihen. Dieses nämliche Hülfsmittel der Verfilzung sehr feiner, unter einander verflochtener Zellenauswüchse gewährt auch der Knochenmasse im menschlichen Körper größere Festigkeit.

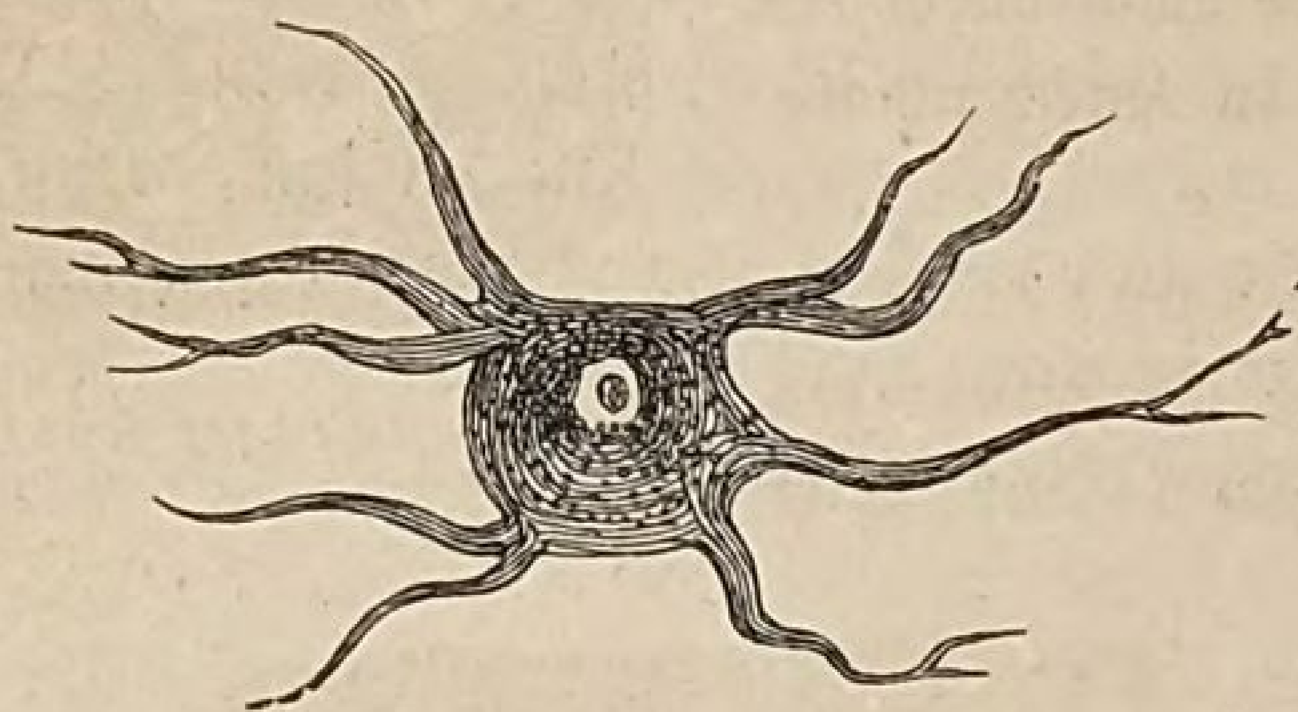


Fig. 266. Zellen aus der Hirnrinde mit vielen Verlängerungen.

Die Knochen entstehen aus **Knorpel**, welcher allmälig verknöchert. Wir müssen jedoch bemerken, daß wir in unserem Körper zwei sehr verschiedene Knorpelarten haben. Der **Faserknorpel** (Fig. 267) besteht aus neben einander liegenden, dem Bindegewebe ähnlichen feinen Fasern mit eingestreuten Zellen, in deren jeder sich ein oder mehrere Kerne vorfinden. Diesen Knorpel haben wir als Polster zwischen den einzelnen Wirbeln der Wirbelsäule; aus ihm ist auch die Muschel des Ohres gebildet.

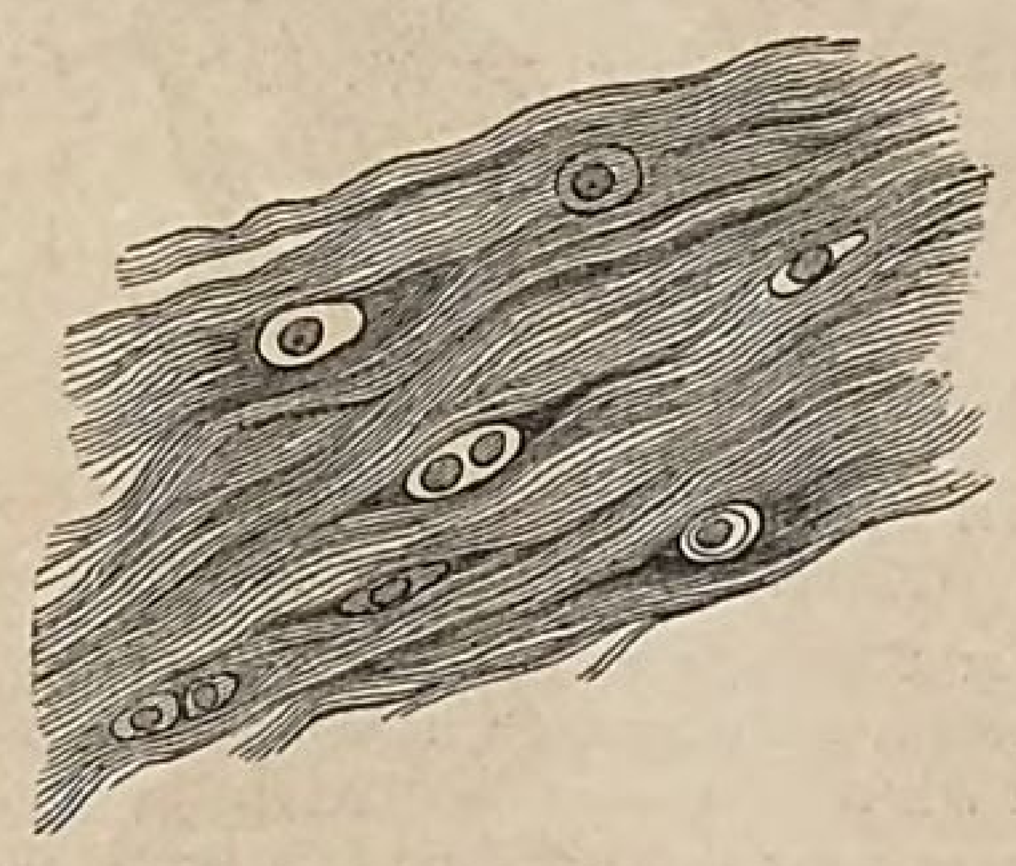


Fig. 267. Bindegewebiger Faserknorpel.

Die **andere Art des Knorpels** besteht aus einer durchscheinenden Masse, welche im frischen Zustande, mit bloßen Augen gesehen, milchweiß ist, die aber unter dem Mikroskop als eine fast durchsichtige oder in dickerer Schicht nur durchscheinende Knorpelmasse erscheint mit zahlreichen eingestreuten Zellen, deren jede Kerne oder wiederum Zellen (sogenannte Tochterzellen) enthält.

Aus diesem wirklichen, ächten oder wahren Knorpel entsteht der Knochen, so daß anfangs die ganze Masse des Knochens aus diesem weißen, biegsamen Knorpel gebildet ist, welcher sich nach und nach durch die Verknöcherung verändert und in Knochenmasse umwandelt.

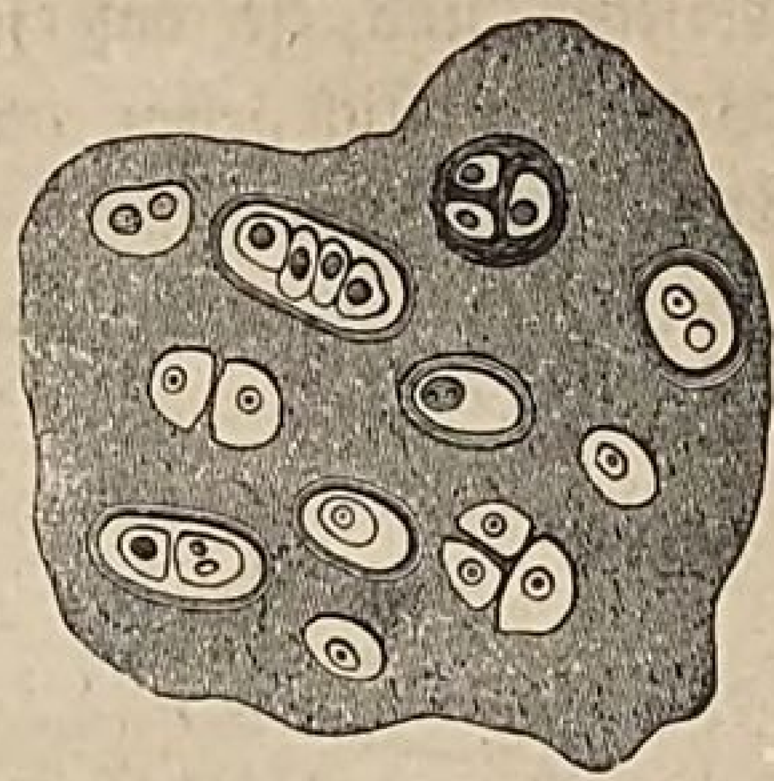


Fig. 268. Aechter Knorpel.

Die Umbildung des Knorpels in Knochen erfolgt so, daß die Blutgefäße den Knorpel zum Theil „schmelzen", das heißt flüssig machen und aufsaugen, so daß einzelne Höhlen im Knorpel entstehen, die nach und nach zu größeren Höhlen und unregelmäßigen Röhren, den künftigen Markkanälen, zusammenfließen. Dabei verschwinden an diesen Stellen die im Knorpel enthaltenen Zellen der Beobachtung, während die Fettzellen des Knochenmarkes und die harten längeren Zellen der Knochenmasse sich entwickeln. Indem aber die Blutgefäße kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia und besonders phosphorsauren Kalk aus dem Blute in die wachsenden Knochen ablagern, wird die ehemalige Knorpelsubstanz hart und erlangt der Knochen Festigkeit. — Man erkennt aus dem



Fig. 269. Stück eines in der Verknöcherung begriffenen Knorpels unter dem Mikroskop.
Oben sieht man noch frischen Knorpel mit seinen unregelmäßigen runden Hohlräumen, in welchen sich Tochterzellen befinden. Weiter unten a, a, a haben sich durch Schmelzen des Knorpels

letzterwähnten Vorgange, wie nothwendig Mineralstoffe, besonders phosphorsaurer Kalk, den jungen, noch im Wachsthum befindlichen Personen sind: mithin auch diejenigen Speisen, welche reichliche Mineralstoffe enthalten (wie das aus dem ganzen Korn bereitete Brod, grüne Gemüse, kalkhaltiges Trinkwasser 2c.). Die Verbindungen der Phosphorsäure mit Alkalien sind für unsern Körper werthvoll, nicht nur durch die Fähigkeit, Kohlensäure in großer Menge einzusaugen, Harnsäure und Käsestoff in Lösung zu erhalten, sondern die phosphorsaure Kalkerde auch als Hauptbestandtheil der Knochen und Zähne. Im Vereine mit dem Fluorkalk ist sie es vorzugsweise, welche den Knochen und den Zähnen ihre große Festigkeit gewährt.

Uebrigens ist immer in Knochen außer den Erdsalzen noch eine erhebliche Menge Knorpel vorhanden, welcher als Kitt die einzelnen Schichten und Theile des Knochens mit einander verbindet. Wenn man einen frischen rohen Knochen in mit Salzsäure versetztes Wasser legt, so vermag man die Kalkstoffe ziemlich vollständig zu lösen und auszuziehen. Man hat dann noch immer die Form des Knochens vor sich, aber was übrig bleibt, besteht nur noch aus Knorpel, ist weiß, biegsam und hat an Gewicht bedeutend verloren.

Die Art, in welcher die Thiere „Ortsbewegung" ausführen, ist bei allen von der des Menschen verschieden, und hängt von Form und Bau ihrer Körper-Organe ab. Die einfachste Art der Fortbewegung ist diejenige, welche wir bei manchen Würmern (z. B. dem Regenwurm) wahrnehmen. Durch Zusammenpressen des Körpers in der Querrichtung bewirken sie an irgend einer Stelle eine Einschnürung und pressen dadurch die im Körper enthaltene Flüssigkeit nach hinten oder vorn, — am meisten aber in letzterer Richtung, weil die Einschnürung am Hinterende des Körpers beginnt und sich wie eine Welle nach dem vorderen Theile hin fortsetzt. Indem die Flüssigkeit weiter nach vorn geschoben wird, dehnt sie den Körper vor der eingeschnürten Stelle sowol in der Querrichtung als der Längsrichtung aus, macht ihn also dicker und streckt ihn. Indem nun das gleichsam angeschwollene vordere Körperende mit Hülfe von Quer-

---

größere Hohlräume gebildet, die künftigen Markkanäle. Daneben sieht man b, b in abgekapselten Räumen kugelige Zellen, welche sich in d zu größeren Räumen umbilden, in denen sich Fettzellen des Fettmarkes entwickeln. An einigen Stellen c, c beginnt die Knorpelmasse sich zu verknöchern; es entstehen in derselben e Knochenzellen, welche f beginnen Ausläufer auszuschicken. Durch Ansetzen der Knochenmasse werden die großen Markräume wieder klein, so daß man hier und da eine theilweis ausgefüllte Höhle g sieht, in deren Innern eine oder mehrere Markzellen liegen. Die in der Entwickelung begriffenen Knochenzellen sind zum Theil h, h dem Anschein nach in Kapseln eingeschlossen.

runzeln und andern Rauhigkeiten, oder mittelst des zähen Schleimes, welchen das Thier auf seiner äußeren Haut absondert, auf der unteren Fläche etwas festhaftet, wird es zum Stützpunkte des Thieres in so weit, daß es den hinteren Theil des Körpers in Zickzackbewegungen ringeln und nachschieben kann und mit dem ebenfalls etwas verdickten hinteren Ende dann den vorderen Theil des Körpers wieder vorzuschieben vermag. Es ist das nämliche Spiel der Bewegungen, wie man es an dem Amöben-Schleim, an den durch Wärme in Beweglichkeit gebrachten Blutscheiben u. A. sehen kann.

Was der Regenwurm in höchst unvollkommener Weise durch Zusammenschnüren und Ausdehnen seines Körpers ausführt, das macht die Schlange bei ihrem Ringeln über dem Boden mittelst der nach hinten gerichteten Schuppen auf der Bauchseite; der freie Rand der Schuppen reibt sich und stößt sich gegen kleine Erhabenheiten der Fläche, auf welcher die Schlange kriecht, und so wird jeder Ringel zum Stützpunkt, welcher dem davorliegenden Körperstück gestattet, sich geradlinig auszustrecken, um seinerseits wieder in Ringeln einen Stützpunkt zu geben, so daß der hintere Körpertheil nachgezogen werden kann. Langsamer aber sicherer führt dies der Blutegel mit seinem saugenden Munde und dem am Schwanz befindlichen Saugnapfe aus, welche beide ihm feste Stützpunkte für Zusammenziehen und Ausdehnen des Körpers verschaffen. Die Anwendung der beiden Saugapparate ist so, daß der Mund in Form einer länglichen, der hintere Saugnapf als runde glatte Scheibe auf einen festen, für Luft undurchlässigen Gegenstand aufgedrückt und dann der innerste Theil des Saugnapfes etwas in die Höhe gezogen wird. So bildet sich unter der Scheibe ein luftleerer oder wenigstens luftverdünnter Raum, und die Scheibe wird durch den Druck der äußeren atmosphärischen Luft an die untere Fläche fest angedrückt und so lange festgehalten, als durch das Muskelspiel der Hohlraum besteht. Will das Thier weiter kriechen und seine Scheibe wieder loslösen, so läßt es nur die Muskelspannung am inneren Theile derselben nach, dann liegt die Scheibe einfach glatt auf, wird durch den Druck der Luft (welcher ja auch auf die Wasserfläche wirkt, wenn der Blutegel unterhalb des Wassers kriecht) nicht mehr festgepreßt, und kann mit Leichtigkeit abgehoben werden. (Man hat diese Saugscheiben von elastischem Gummi in großem Maßstabe nachgeahmt und an Händen und Füßen von Menschen so befestigt, daß durch Aufheben der Hacke und der Handwurzeln ein hohler Raum gebildet wurde, welcher durch Andrücken gegen die Unterfläche wieder beseitigt werden konnte, und hat auf diese Weise ein halsbrecherisches Kunststück als Schaustellung benutzt, welches einem Menschen die Möglichkeit gewährte, auf Händen und Füßen senkrecht an der Wand in die Höhe und auf der Decke umher zu kriechen gleich einer Fliege.) Die Stubenfliege besitzt an jedem ihrer sechs Füße einen kleinen Lappen von durchsichtiger Haut, welcher an einen festen Gegenstand sich andrücken läßt, und der, wenn sie, der Schwerkraft trotzend, an der Decke umher läuft, durch ihr eigenes Gewicht etwas abgehoben und in einen Saugnapf umgestaltet wird. In ähnlicher Weise haben Laubfrösche an den vordersten Enden ihrer Finger und Zehen kleine weiche Verdickungen, welche, auf einen harten feuchten Gegenstand gedrückt, dem Thiere gestatten, an den

Pflanzen und Bäumen aufwärts zu steigen und auf grünen Blättern feste Stellung zu gewinnen.

Der größte Theil der Käfer besitzt an den Enden seiner Fühler kleine spitze Haken, mit denen er sich an den Gegenständen, auf welchen er sich vorwärts bewegte, anzuhaken vermag. Gleichen Haftapparat finden wir auch bei den Käse-Milben. Die Wasserkäfer dagegen und die Schwimmvögel bewegen sich mittelst eines einarmigen Ruderhebels, welchen sie mit der breiten Seite gegen das Wasser drücken, um ihn, sobald er seine Bewegung nach hinten ausgeführt und durch den Widerstand des Wassers das Thier vorwärts geschoben hat, entweder zusammengefaltet, oder häufiger mit der flachen Seite, mit welcher er weniger Widerstand im Wasser findet, wieder durch das Wasser nach vorn gleiten zu lassen, worauf er auf's Neue mit der breiten Seite als Ruder wirkt. Bei unseren Ruderschiffen haben wir dies durch einen zweiarmigen Hebel nachgeahmt, welcher in der Mitte seinen Stützpunkt und Drehpunkt besitzt (Hypomochlion),

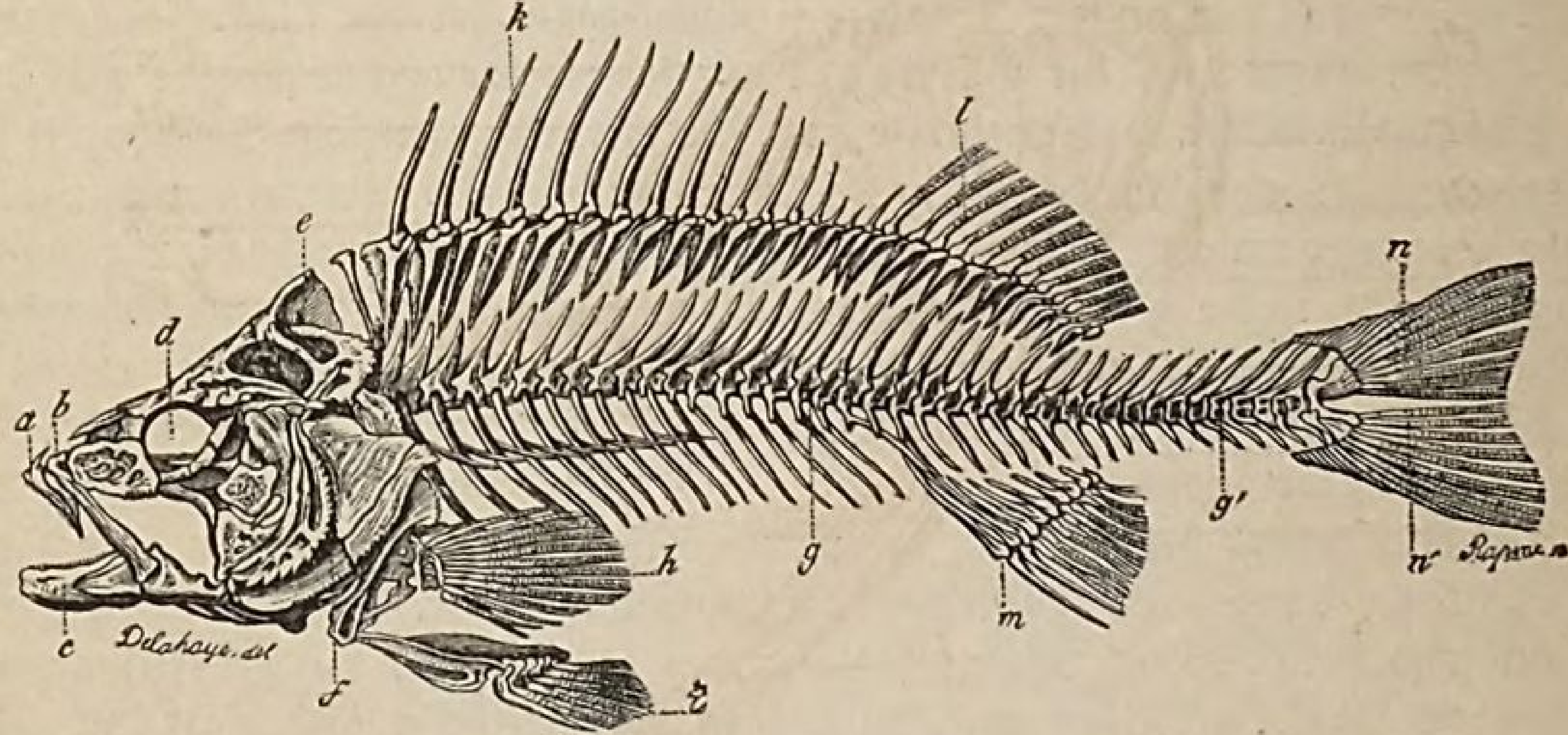


Fig. 270. Skelet des Barsch.

a Zwischenkieferknochen. — b Oberkinnlade. — c Unterkinnlade. — d Augenhöhle, nach unten durch die unteren Augenhöhlengänge begrenzt. — e' Gegend des Hinterhauptes. — f Kiemendeckel. — g g' Wirbelsäule und deren nach oben und unten gehender Knochenbogen. — h Brustflosse. — i Mittelflosse, liegt unter der Kehle. — k Stacheln der Rückenflosse. — l weiche Stacheln der hinteren Rückenflosse. — m Afterflosse. — n, n' die beiden Schwanzflossen.

so daß an der einen Seite die bewegende Kraft unserer Hände und Arme sich anzusetzen vermag, während von der andern Seite das Ruder auf das Wasser flach gedrückt und mit der schmalen Kante durch das Wasser wieder nach vorn gezogen wird. (Die Technik hat später selbstständige Bewegungsorgane für die Schiffe erfunden: im Schaufelrad und der Schraube.) Die Fische benutzen die einarmigen Hebel ihrer Flossen, welche mit sehr kräftigen Muskeln versehen sind und daher mit verhältnißmäßiger großer Kraft diese Thiere befähigen, gegen das Wasser anzudrücken, während gleichzeitig der langgestreckte schmale Körper der meisten Fische vortrefflich geeignet ist, das Wasser zu durchschneiden. Ein Blick auf das Skelet eines Barsch (Fig. 270) zeigt, wie die Ruder- und Steuer-Flossen des Fisches den Beinen der Insekten entsprechen.

Wie die Vögel in mancher anderen Beziehung überraschende Aehnlichkeit mit dem Körperbau der Fische zeigen, so ist auch ihre Ortsbewegung durch die Luft dem Schwimmen der Fische nahe stehend. Gibt es doch sogar im „Flughahn“

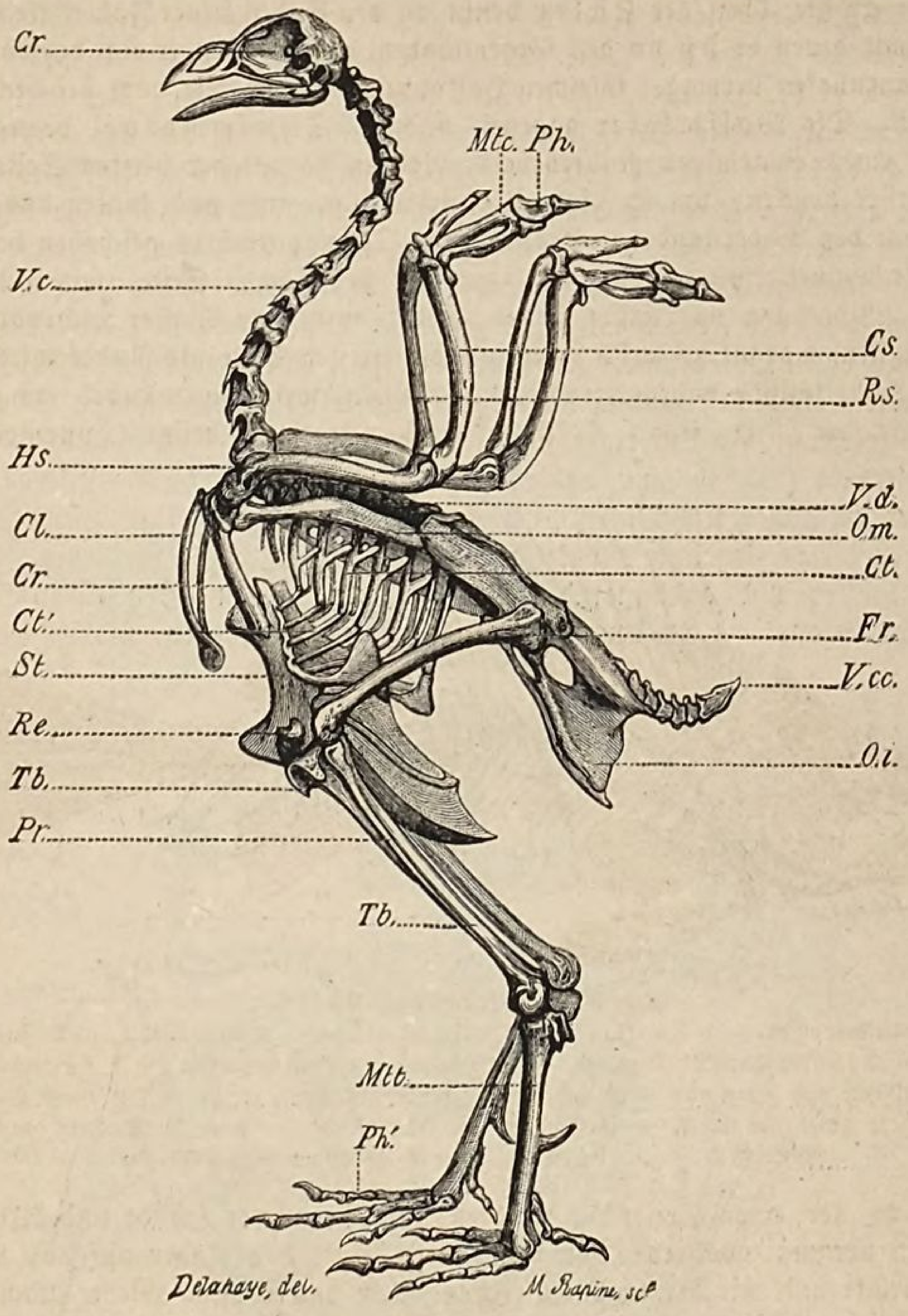


Fig. 271. Skelet des Hahnes.

Cr. Schädel. — V.c. Halswirbel. — Cl. Schlüsselbein (sogenannter „Reißknochen“). — Cr. ein Knochen, dem Rabenschnabelfortsatze am Schulterbein des Menschen entsprechend. — St. Brustbein — Om. Schulterblatt. — V.d. Rückenwirbel. — C.f. Rippen und ihre rückwärts gehenden Fortsätze. — O.i. Beckenknochen. — V.cc. Schwanzwirbel. — Hs. Oberarmknochen. — Cs. Ulna und Rs. Radius des Vorderarms oder Flügels. — Mtc. Mittelhandknochen. — Ph. die verkümmerten Finger. — Fr. Oberschenkelknochen. — Re. Kniescheibe. — Tb. Tibia. — Pr. Speiche des Unterschenkels. — Mt. Mittelfußknochen. — Ph. Zehen des Fußes.

einen Fisch, welcher mittelst seiner langen (fast bis zur Schwanzflosse reichenden) und breiten Brustflossen im Stande ist, sich aus dem Wasser über 50 Fuß hoch zu erheben und wechselnd die Luft zu durchschwimmen oder das Meer zu durchfliegen. Die steifen Federn geben den Flügeln der Vögel eine weitere äußere Aehnlichkeit mit den Flossen der Fische. Aber diese Federn sind äußerst kunstvoll gebaut und dienen in bewundernswerther Weise dem Flugbedürfniß. Der Kiel ist eine Röhre aus hornartigem Stoffe und ebenso fest als leicht; der Schaft wird durch eine Decke desselben Stoffes gefestigt, besteht aber aus leichten lufthaltigen Zellen; die einzelnen Strahlen der Feder sind dünne Blättchen, tragen aber (nur unter dem Mikroskope sichtbare) kleine Häkchen, welche sich an entsprechende Knöpfchen des Nachbar-Strahles legen und so jede einzelne Feder zu einem Luft-Ruder machen; der Flügel entspricht zwar im Allgemeinen unserem Arm: denn wir finden einen Oberarmknochen (Fig. 271, Hs.), einen aus Ellenbogenbein (Cs.) und Speiche (Rs.) bestehenden Vorderarm, sowie Mittelhandknochen (Mtc.) und verkümmerte, nur als Unterlage für die Federn dienende Finger (Ph.), — aber das Brustbein (St.) ist ganz anders geformt, da es in seinem mittleren Theile mit einer mächtigen Knochenleiste versehen ist, um den gewaltigen Brust-Muskeln und deren vielen einzelnen Muskelfasern als Ursprungsstelle zu dienen. In diesen kraftvollen und ausdauernden Brustmuskeln, — in deren eigenthümlicher Knochenunterlage, — in den gleichzeitig leichten und festen, mäßig elastischen

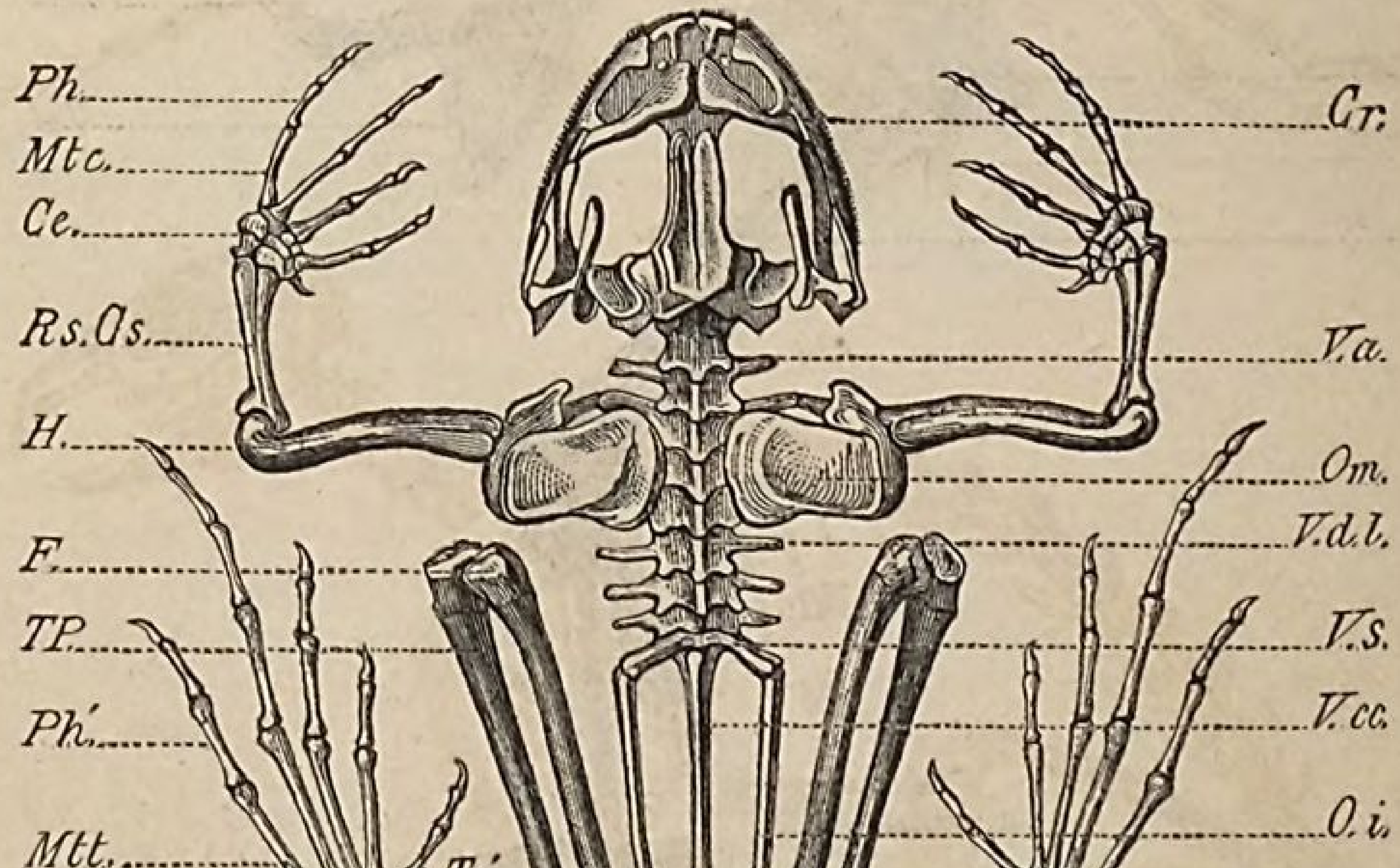


Fig. 272. Skelet des Frosches.

Cr. Schädel. — V.a. oberster Halswirbel: Atlas. — V.d. Rückenwirbel. — V.s. und V.cc. die dem Kreuzbein entsprechenden Knochen. — O.i. Beckenknochen. — Om. Schulterblatt. — H. Oberarmknochen. — Rs. und Cs. Radius und Ulna des Unterarmes. — Ce. Handwurzelknochen. — Mtc. Mittelhandknochen. — Ph. Finger. — F. Oberschenkel. — Tb. Tibia. — Te. und Te.' Fußwurzelknochen. — Mtt. Mittelfußknochen.

Luftrudern liegen die Geheimnisse, weßhalb der Mensch nicht „fliegen" kann. Er wird dies trotz Hülfe der vorgeschrittenen Technik ebensowenig erreichen, als er jemals gleich dem Fische unter Wasser zu „schwimmen" vermag, sondern er wird sich begnügen müssen, mit Hülfe des Luftschiffes empor in die Lüfte zu steigen, wie er mit Hülfe des Kahns auf (oder auch unter) Wasser zu schwimmen im Stande ist.

Für das Schwimmen des einzelnen Menschen im Wasser ist der Frosch unser Lehrmeister gewesen, dessen Körperbau im Skelet mit dem menschlichen größere Uebereinstimmung zeigt, als man bei Betrachtung des lebenden Thieres erwarten sollte, — wenn auch das geringe Gehirn, die kurze nur aus dem dritten Theile unserer Wirbel bestehende Wirbelsäule, das eigenartig geformte Becken, große Unterschiede aufweisen. Die Ortsbewegung des Frosches im Wasser begünstigen große Schwimmhäute an Händen und Füßen, — auf dem Lande die langen, im Zickzack sich verkürzenden und durch Strecken zur halben Länge sich vergrößernden Hinterbeine.

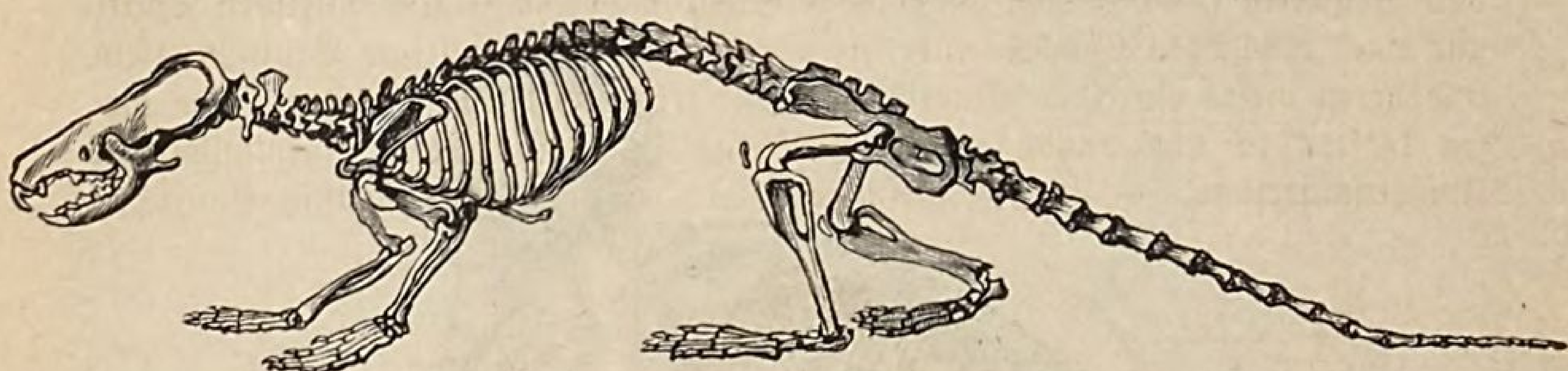


Fig. 273. Skelet der Spitzmaus.

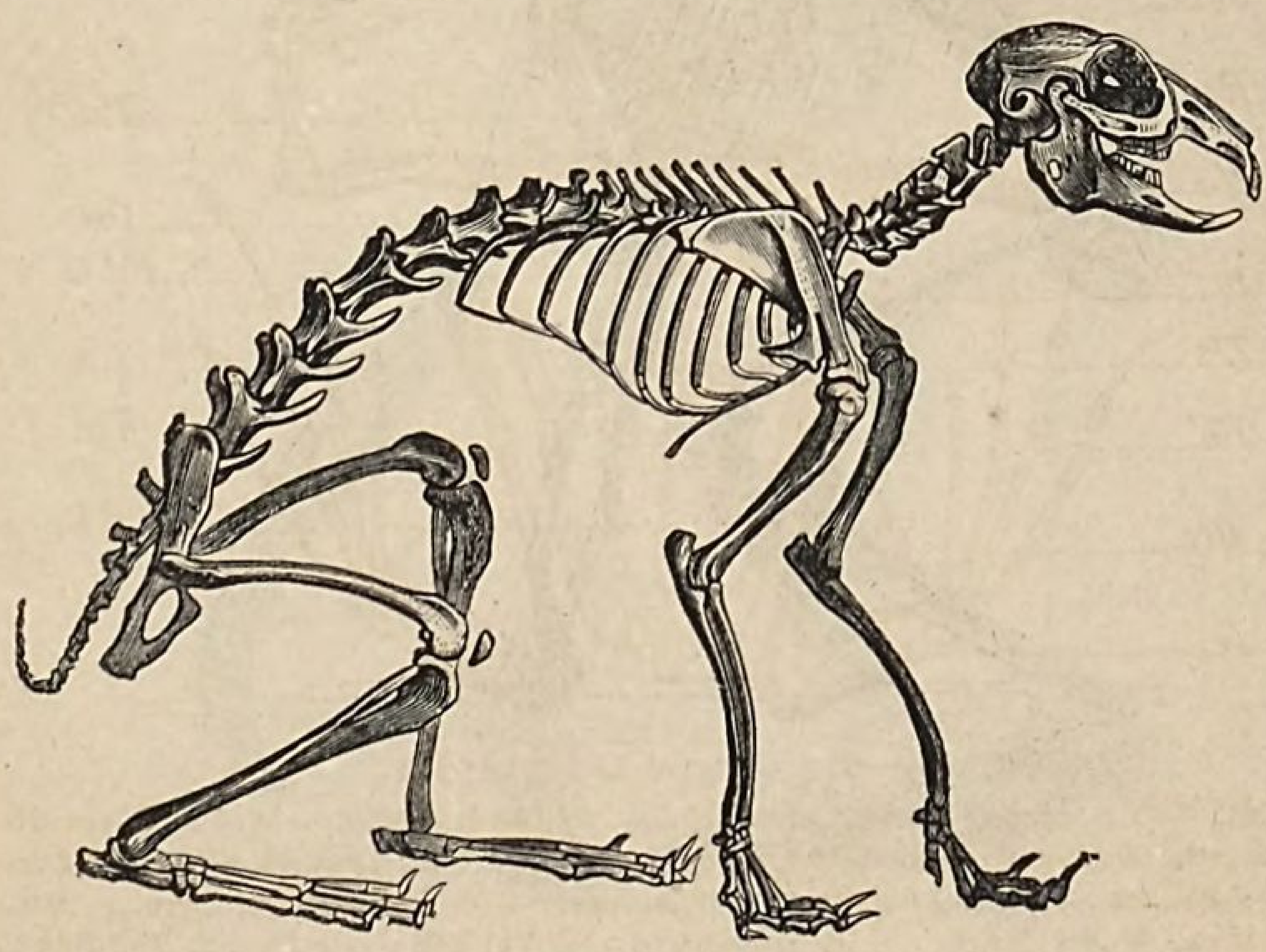


Fig. 274. Skelet des Hasen.

Bei vielen Thieren erscheinen zwar im Skelet die Hinterbeine erheblich länger, weil der Oberschenkel im Leben durch Haut und Muskeln verdeckt ist, — oder weil die Füße der hinteren Beine länger sind, als die der vorderen. Das letztere ist der Fall bei unserer Spitzmaus (Fig. 273) und ihren Verwandten. Die Ratten und Mäuse besitzen aber auch in den Hinterfüßen und dem Schwanze Stützpunkte, welche ihnen gestatten, ähnlich wie Beutelthiere (Känguruh, Opossum) ohne Mühe und Ermüdung aufrecht zu sitzen und in die Ferne zu äugen und zu wittern.

Den gleichen Vortheil gewinnt der Hase (Fig. 274) von seinen langen Hinterläufen, welche aus großem Fuße und Sprungbeinen zusammengesetzt sind. Die Uebereinstimmung der letztgenannten beiden Nagethiere: Maus und Hase, erscheint sehr gering im Leben und unerwartet groß im Skelet, — während sie im Uebrigen sich beziehendlich der Körperorgane und der Lebensweise ganz erheblich von einander unterscheiden. Ja, der Unterschied zwischen beiden ist nach dieser Richtung noch größer, als der zwischen den menschenähnlichen Affen und dem Menschen. Wie fremd stehen diese dagegen im Skelet einander gegenüber.

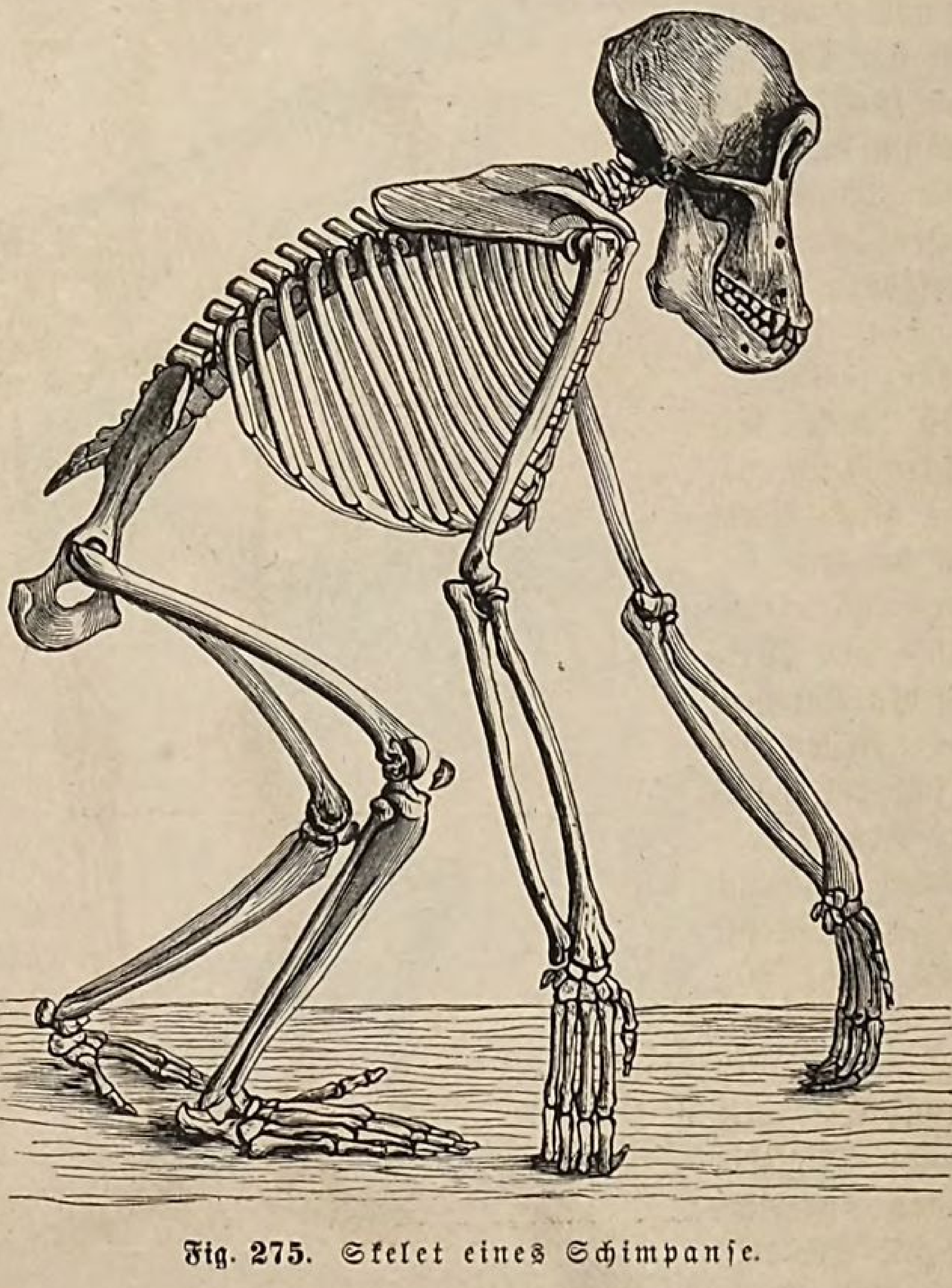


Fig. 275. Skelet eines Schimpanse.

Der Schimpanse (Fig. 275), der in seiner Jugend im Schädelbau dem Menschen so nahe steht und nur in den mächtigen Kauorganen das Thierische hervortreten läßt, — der in Körperform, Bewegungen, in seinem ganzen Thun und Treiben einem Kinde so überraschend ähnlich ist, — zeigt im Skelet deutlich, wie das Thier in ihm überwiegt. Mit krummem Rücken (wie Spitzmaus und Hase) auf allen Vieren einhergehend, im thierischen Becken und geknickten Hinterbeinen an die anderen Thiere erinnernd, läßt er nur in der Haltung der Hände und dem Stützen auf die äußere Seite der Finger eine vollständige Abweichung vom Verhalten der übrigen Thiere erkennen. Aber die Erläuterung liegt nahe: daß er als Bewohner von Bäumen seine Hände an Greifen und Klettern gewöhnt hat, wie dies auch der Mangel in der freien Benutzung des Daumens erkennen läßt; letzterer ist den übrigen Fingern zwar entgegengesetzt, wird aber mit ihnen in einer Reihe gehalten. Diese gleich einem breiten Haken am Aste sich anklammernde Hand erleichtert ihm ebenso die Ortsbewegung auf den Bäumen, als der zum Greifen geschickte Fuß und der mächtig entwickelte Brustkorb.

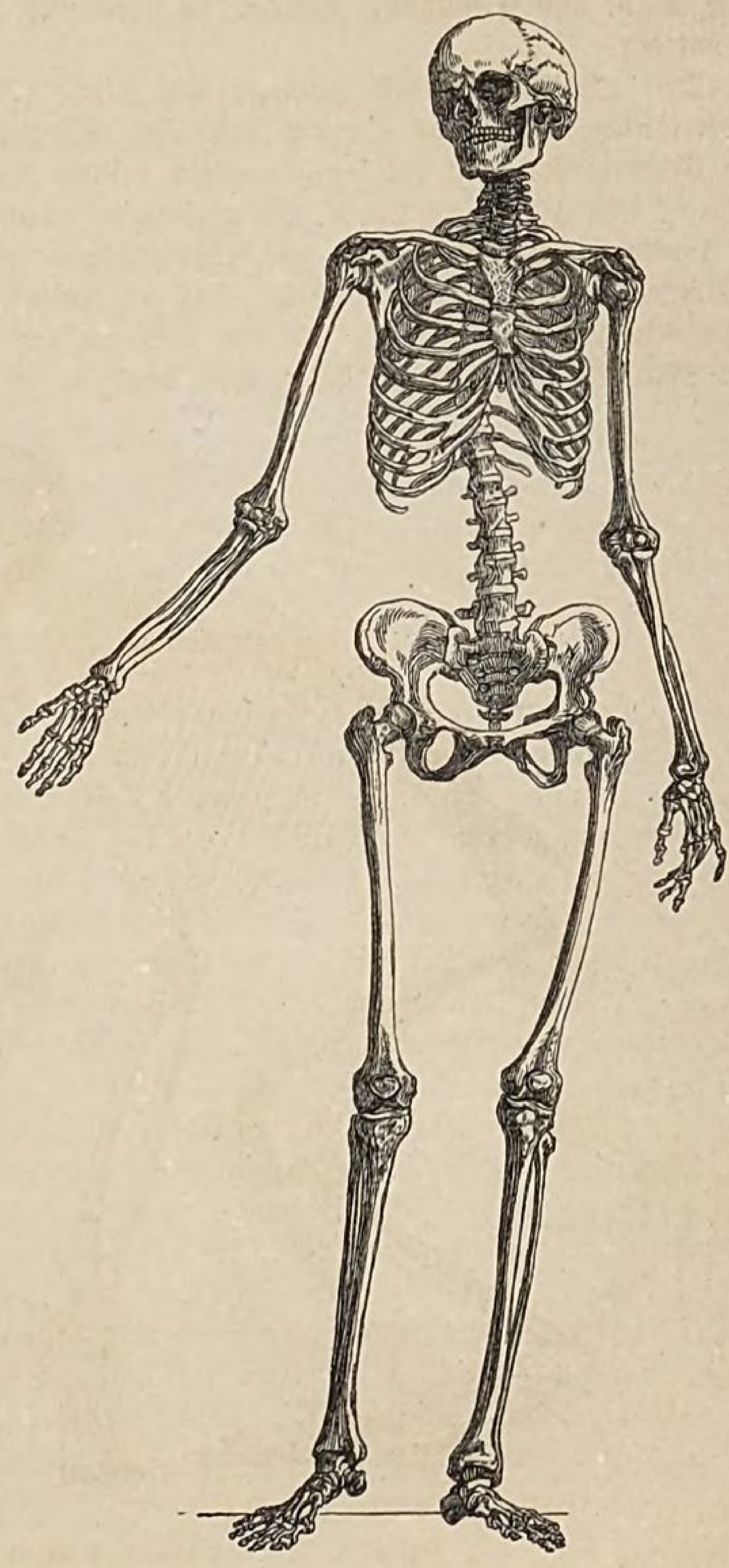


Fig. 276. Skelet des Menschen. (Weib.)

Wie anders erscheint daneben das Knochengerüst des Menschen (Fig. 276). Zwar ist es schwächlicher, in den Knochen schlanker und im Brustkorbe weit weniger für ein ausgiebiges Athemorgan eingerichtet; — aber die Schädelkapsel, welche das Denk-

organ umschließt, überwiegt bedeutungsvoll die Kauorgane, — die schön geschwungene Wirbelsäule und das breite Becken befähigen zu aufrechter Stellung, — Hand und Fuß haben dem Bedürfniß entsprechendere Formen gewonnen, so daß der Fuß zur sicheren Unterlage des ganzen Körpers, die Hand durch einen den Fingern gegenüberstehenden Daumen zum geschickten Werkzeuge geworden ist. Das ganze Skelet erscheint den thierischen gegenüber zierlich, einer gewissen Grazie nicht entbehrend, durchgeistigt, „mit Würd' und Hoheit angethan".

Das Kind, welches laufen lernt, zeigt nichts von diesen Vorzügen; seine Bewegungen sind denen des Chimpanse ähnlich, sein Fuß gleicht dem des Affen: es tritt nur mit den beiden Köpfchen der Mittelfußknochen von der kleinen und großen Zehe auf, während die anderen einen nach unten hohlen Bogen bilden. Erst allmälig gewinnt der Fuß an der Stelle des Ansatzes der Zehen eine gerade Linie und damit den Stützpunkt für aufrechten Gang. —

Die Ortsbewegung der vierfüßigen Thiere besteht immer im Stemmen der Füße gegen den Boden, worauf die Füße wieder „durch Muskelkraft" gehoben und nach vorn bewegt werden. Der zweifüßige Mensch dagegen läßt das Bein, mit welchem er sich eben gegen den Boden gestemmt hatte, als „Pendel" durch seine eigene Schwere nach vorn schwingen. Er allein ist zu dieser Gang-Art durch seinen, im Skelet deutlich hervortretenden, Körperbau befähigt. Die Art der Bewegung hängt ab von der Körperform und bedingt dieselbe.

Die Lehre vom Gehen verdankt ihre wissenschaftliche Grundlage der bahnbrechenden Arbeit von Ed. und W. Weber »Mechanik der Gehwerkzeuge (Göttingen 1836); — in neuerer Zeit wurde sie durch die sorgsamen Untersuchungen von Prof. H. Meyer in Zürich (Müller's Archiv, 1853 bis 1869) weiter ausgebaut. Fig. 263 auf Seite 676 ist der jüngsten Veröffentlichung Meyer's entlehnt. — Am vorliegenden Orte erschien es geboten, die Lehre von den Bewegungen möglichst anschaulich abzuhandeln, aber so wenig als möglich das Gebiet der Physik zu berühren, da hier leider die nöthigen Vorkenntnisse nicht vorausgesetzt werden können; Leser, welche sich über die Bewegungen des Skelets nach dieser Richtung genauer belehren wollen, finden eine ausgezeichnet klare und übersichtliche Darlegung der Verhältnisse in »Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen« (Leipzig 1858. Band I, Seite 490—559). — Die Druck- und Zug-Curven in Anordnung der Knochenblättchen der spongiösen Knochen entdeckte 1867 Hermann Meyer in Zürich mit Hülfe des Mathematiker Culmann. Eingehender beschrieb sie J. Wolff in Berlin 1870 in »Virchow's Journal« als »Curven der graphischen Statik«. — Ueber das Laufen-Lernen der Kinder findet sich eine bemerkenswerthe Studie in »Zoologische Briefe« von Prof. Gust. Jäger. (Wien, 1876. Braumüller.)

Das Blut.

[Großer und kleiner Kreislauf: Herz, Arterien, Haargefäße, Venen. — Bau des Herzens; — Klappen; — Muskelzüge: — Formen der Ventrikel. — Kranzadern. — Herzbeutel. — Herzbewegung. — Arbeit des Herzens. — Seitendruck. — Dauer des Kreislaufes. — Gefäßnerven. — Saftlauf bei Pflanzen und Blutlauf bei Thieren.]

„Blut ist ein ganz besondrer Saft."
(Göthe, „Faust".)

Wie „Wasser" das allgemeine Lösungsmittel in der gesammten weiten Natur ist, — so bildet „Blut" das Lösungsmittel der in den Stoffwechsel eingehenden brauchbaren, sowie der den Stoffumsatz als unbrauchbar verlassenden Stoffe. — Von keinem Getränk, von keiner Speise kann Nährstoff zum Aufbau oder zur Erneuerung der Gewebe unseres Körpers verwendet werden, welcher nicht zuvor ein Theil der Blutflüssigkeit geworden wäre; — kein Tropfen und kein Körnchen kann, als durch die Verrichtung der Organe entmischt und unbrauchbar geworden, unsern Organismus verlassen, — kein Gift, welches wir in uns aufgenommen haben, kann ausgeschieden werden, — es sei denn durch das Blut.

Im Blute erblicken wir also den Vermittler des Stoffumsatzes, welcher Alles einsaugt: sowol das „Verbrauchte" aus dem innern Organe, als die „Nahrungsstoffe" aus dem Speisebreie, und vor Allem den „Sauerstoff" aus der Luft; und welcher Alles absondert, ebenso was zum Gebrauche und zur Erhaltung des Organismus bestimmt ist, als was als unbrauchbar entfernt werden soll. Es geht hieraus hervor, daß das Blut ein Gemenge von Stoffen sehr verschiedener Art und sehr verschiedener Bedeutung ist, daß alle Körpertheile und alle Organe

mit dem Blute in Verbindung und in innigem Verkehre stehen, und daß das Blut in seiner Mischung beständig wechselt.

Die Blutflüssigkeit würde ihren vielfachen Aufgaben nicht entsprechen können, wäre nicht dafür gesorgt, daß sie im lebenden Körper in unausgesetzter regelmäßiger Bewegung von einem Theile zum andern sich befinde. Zu diesem Zwecke fließt das Blut in einem regelrecht angeordneten Röhrenwerk, welches allseitig geschlossen ist, von einem Mittelpunkte aus im Kreislaufe durch den ganzen Körper, so daß es zu diesem Mittelpunkte wieder zurückkehrt.

Der Mittelpunkt des Blutröhrenwerkes ist das Herz. Die Blutröhren nennt man Adern; diejenigen, in denen das Blut vom Herzen aus hinfließt, heißen Pulsadern (Arterien); dieselben verzweigen sich, indem sie zahlreiche Aeste abgeben und dabei immer geringern Durchmesser erhalten, so daß sie schließlich haarfein werden, ja noch dünner als ein Haar des Kopfes, und sie heißen in ihren letzten feinen Verzweigungen deßhalb Haargefäße (Capillaren); — hierauf treten die Haargefäße wiederum zu etwas dickeren und diese abermals zu dickeren Gefäßen zusammen, bis endlich in nur wenigen das Blut zurückfließt in das Herz, in den Blutadern (Venen). — Damit das Blut nur in der angegebenen Richtung seinen Kreislauf ausführen könne, befinden sich im Herzen (welches als Saug- und Druck-Pumpe wirkt) Ventile aus fester Haut, welche der Blutrichtung als Steuer dienen. Damit endlich das im Organismus verbrauchte Blut sich erneue, wird es nicht nur dem Darme vorbeigeführt, wo es Nährstoffe von Speise und Trank aufnimmt, sondern auch in die Lungen, woselbst es Sauerstoff aus der Luft ansaugt. Die Aufnahme des Sauerstoffes ist so wichtig für das Blutleben, daß die eine Hälfte des Herzens und seiner Steuerung darauf verwendet wird, das Blut nach den Lungen hin zu treiben, so daß ein besonderer Kreislauf vom Herzen nach den Lungen und wieder in das Herz zurück besteht; man nennt diesen Lungenkreislauf den „kleinen“, gegenüber dem „großen“ Kreislaufe durch Körper und Darm.

Zum Zwecke der richtigen Steuerung mußte aber jede Hälfte des Herzens in zwei Theile geschieden werden, in die „Vorkammer“ (Atrium), welche das in das Herz fließende Blut empfängt und dasselbe der andern Abtheilung, der „Kammer“ (Ventriculus), übergibt, durch die es vorwärts bewegt wird in die Pulsader. — Das Herz ist also (ähnlich wie der Magen) ein hohler Muskel; — oder richtiger: es besteht

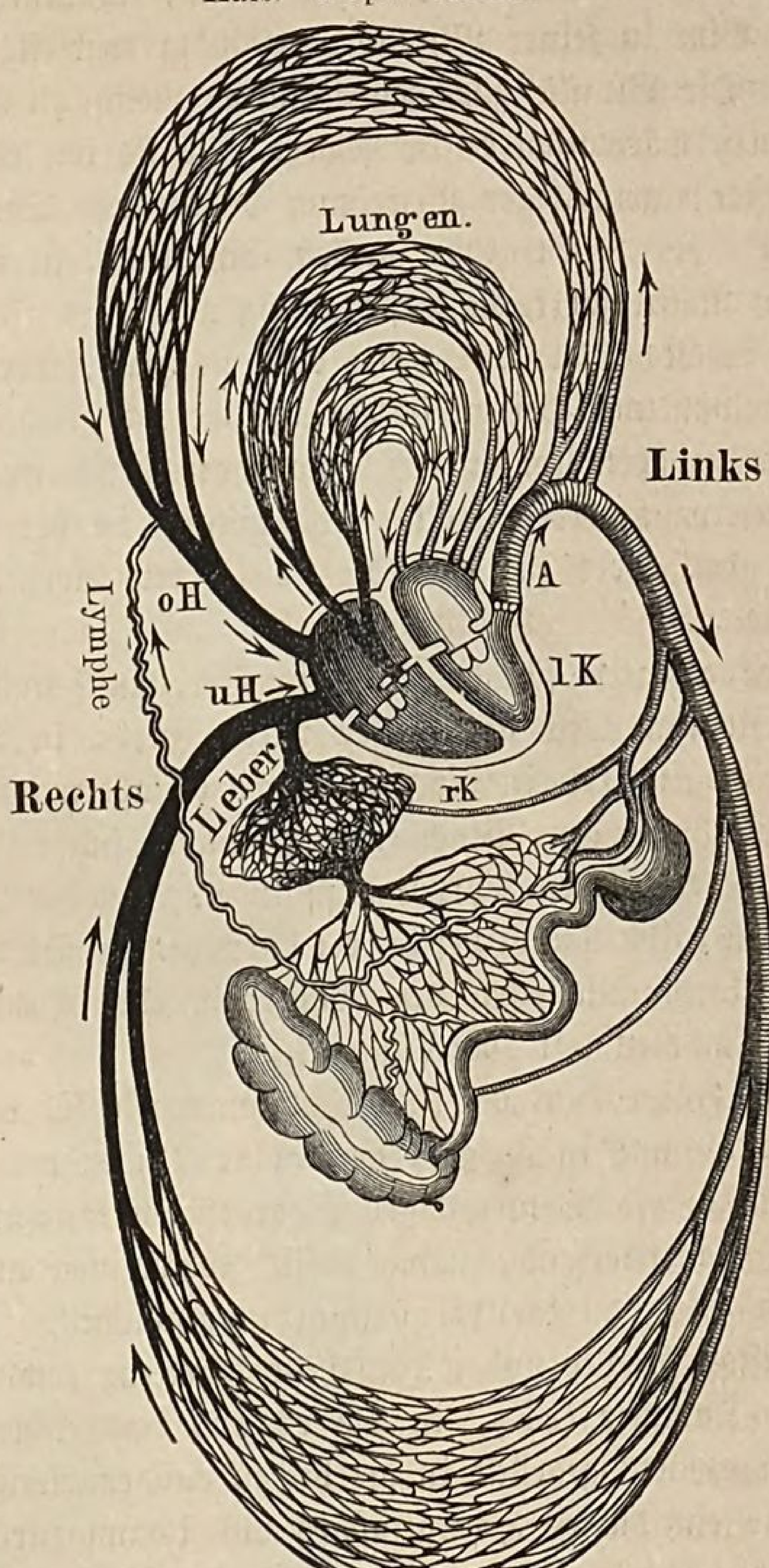


Fig. 277. Vereinfachte Darstellung des Blutkreislaufes.

aus vier hohlen Muskeln, welche in geordneter Weise Blut in sich aufnehmen und dadurch sich erweitern, — hierauf sich zusammenziehen und dadurch das Blut herauspressen aus ihrer Höhlung und es hineintreiben in die Pulsader. — Wir wollen nun die einzelnen Theile des Kreislaufes an einer vereinfachten Darstellung kennen lernen.

Das Herz liegt (wie uns Tafel I. „die Lage der inneren Organe des menschlichen Leibes" gezeigt hat) mitten in der Brust, mit der Spitze nach links, auf dem Zwerchfelle aufruhend. (Da auf jener Tafel das Zwerchfell gezeichnet ist, wie es an der innern Brustwand angewachsen ist, das Herz aber, wie es mit seinem größten Umfange liegt, so kreuzen sich beide.) Die linke Kammer (Fig. 277 1K) preßt bei ihrer Zusammenziehung das Blut hinein in die größte Pulsader des Körpers, Aorta (A), welche, von links nach rechts in die

Höhe steigend (Aorta ascendens), nach oben für Hals, Kopf und Arme Pulsadern abgibt, während das Hauptrohr sich nach links und hinten umbeugt und als absteigende Aorta (Aorta descendens) an der linken Seite der Brustwirbel herabgeht, die Nieren und Baucheingeweide versorgt und am Eingange in das Becken sich abermals gabelig spaltet, um für die beiden Beine die beiden Schenkelpulsadern zu bilden, welche sich wiederum in zahlreiche Aeste auflösen.

Nachdem die Pulsadern oben in Hals, Kopf und Arm, sowie unten in Rumpf und Beinen in Haargefäße sich zertheilt haben, treten sie wieder in größere Röhren, Blutadern, zusammen und fließen herab in der oberen Hohlvene (oH) und herauf in der unteren Hohlvene (uH) gegen das Herz zu, woselbst sie in den Vorhof der rechten Seite einmünden.

Ebenso hat sich das Blut im Verdauungsrohre in feinen Blutgefäßen vertheilt und tritt aus diesen wieder zurück in Blutadern, und gelangt durch die letzteren in die Leber, wo es abermals in viele Haargefäße sich zertheilt, mit dem Blute einer Pulsader sich mischt, die Galle absondert und in den rechten Vorhof einmündet. In der Nähe dieser Stelle gesellt sich dem Blute die Lymphe bei durch den großen Lymphgefäßstamm. (Auf die Eigenthümlichkeiten der „Lymphe", ihre Bewegung und die Lymphgefäße kommen wir später zurück.)

Als das Blut die linke Herzkammer (lK) verließ, war es reich an Sauerstoff und in Folge dessen hellroth; indem es aber durch den Körper in äußerst dünnwandigen Haargefäßen langsam hindurchfloß, gab es seinen Sauerstoff ab, nahm dafür Kohlensäure auf und wurde aus hellrothem Blute zu dunkelrothem umgewandelt. Damit es nun wieder Sauerstoff erhalte und wieder helle Färbung gewinne, wird es von der rechten Kammer (rK), in die es aus dem rechten Vorhof hineingepreßt war, vorwärts gedrückt in die beiden Lungenarterien, durchläuft in beiden Lungen ein dichtes Haargefäßnetz und kommt zurück, mit Sauerstoff bereichert, durch die Lungenblutader in den Vorhof der linken Seite, — hat also nur den „kleinen Kreislauf" vollendet; — aus dem linken Vorhof wird es hereingepreßt in die linke Kammer und tritt dann durch deren Zusammenziehung den „großen Kreislauf" von neuem an.

Der große Kreislauf geht also: von der linken „Kammer" zum rechten „Vorhof", durch Hals, Kopf, Arme, Rumpf, Beine, Bauchorgane; — der kleine Kreislauf hat nur den Weg von der

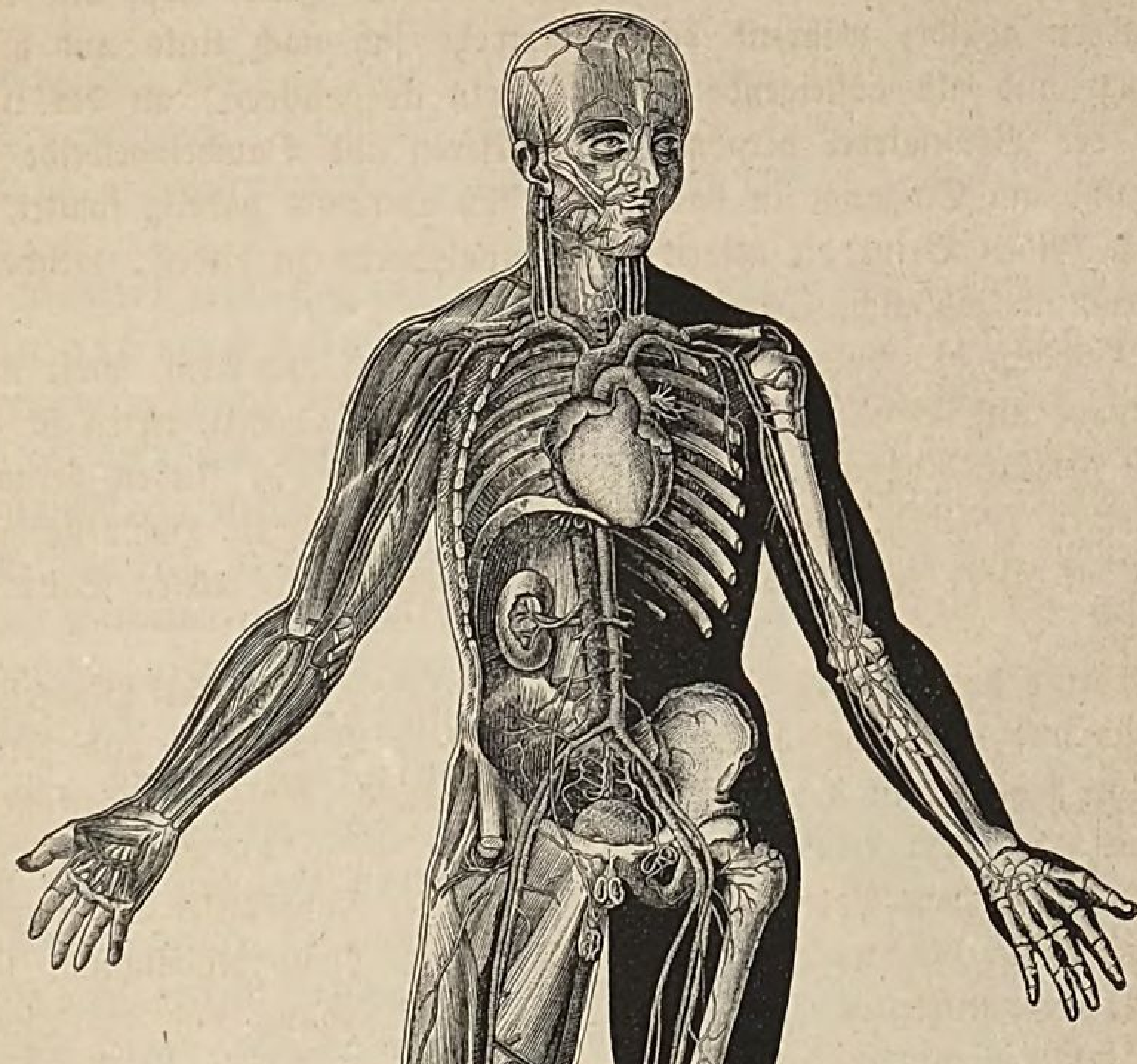


Fig. 278. Uebersicht des Verlaufs der Blutgefäße.

rechten „Kammer" durch die Lunge zu dem linken „Vorhof" zu vollenden. —

Im Vorstehenden haben wir eine Uebersicht des Blutlaufes gewonnen ohne Rücksicht auf den Ort, an welchem die Blutgefäße liegen. Wollen wir den Verlauf derselben im Allgemeinen kennen lernen, so zeigt uns dies Fig. 278.

Wir sehen, daß die rechte Herzhälfte mit ihrer breiteren Seite nach vorn liegt, so daß wir von der linken Kammer nur ein schmales Stück erblicken und die Stelle nicht zu sehen vermögen, an welcher die Aorta aus ihr entspringt. Wohl sehen wir aber die (durch Querstriche kenntliche) Aorta links neben der Wirbelsäule herabsteigen und (abgeschnittene) Zweige für die Baucheingeweide abgeben, sowie sich gabelig spalten für die beiden Beine. Haargefäße lassen sich natürlich in einer so kleinen Abzeichnung nicht angeben; dagegen erblicken wir die (punktirt bezeichneten) Blutadern, welche das Blut zurückführen nach dem Herzen; sie liegen am Oberschenkel und am vordern Beckenrande nach innen von den beiden Pulsadern, — treten dann in einen gemeinsamen Stamm zusammen, welcher breiter ist, als die Aorta, und im Körper an ihrer rechten Seite sich befindet, — und ergießen sich, durch die (mit sechs kurzen Blutgefäßen angedeutete, unterhalb des Zwerchfells liegende) Leber hindurchtretend, in den rechten Vorhof, in welchen auch die von oben herabsteigenden großen Blutadern münden. Aus der rechten Herzkammer sieht man die Lungenblutader entspringen, von welcher wenigstens nach der linken Seite einige kurze Verästelungen sichtbar sind.

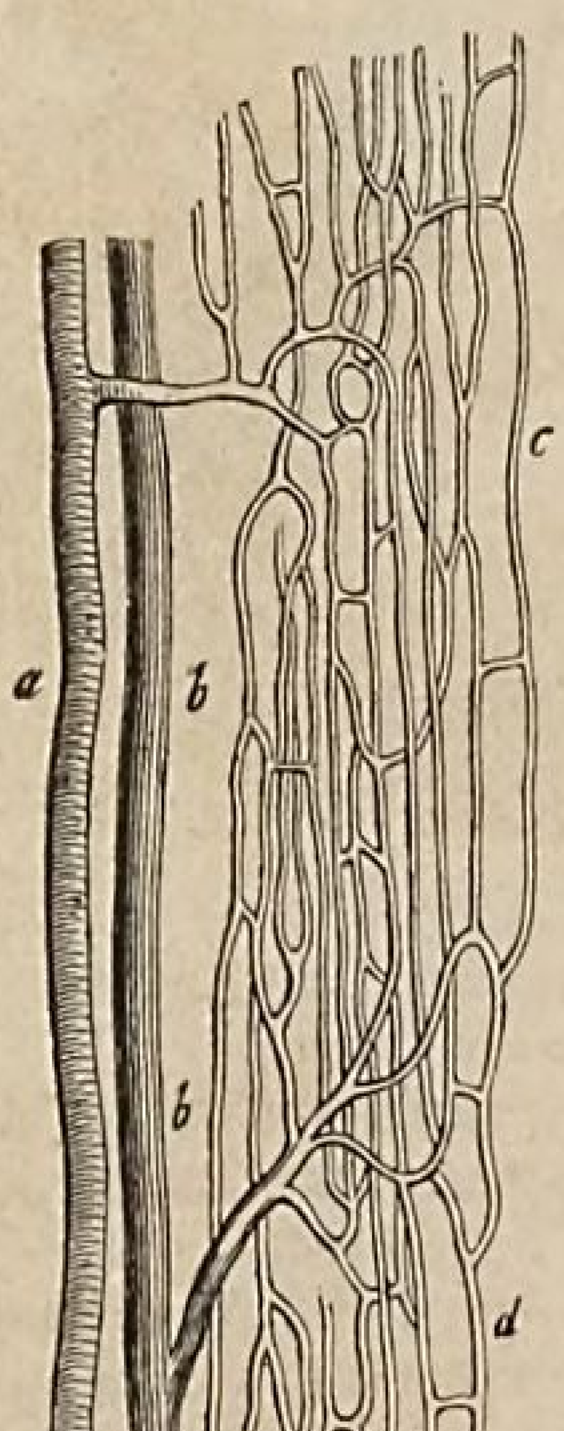


Fig. 279. Blutgefäße des willkürlichen quergestreiften Muskels. a Arterienästchen. — b Venenästchen. — c Das gestreckte Haargefäßnetz.

Von der Art und Weise, in welcher sich die „Pulsadern" in Haargefäße auflösen und aus diesen wieder in „Venen" zusammentreten, konnten wir bereits ein Beispiel an den Gefäßen unserer willkürlichen Muskeln kennen lernen (Fig. 279). Wir können den Verlauf der Pulsader in das Haargefäßnetz und die Entstehung der Blutader aus

diesem deutlich verfolgen. — Die Pulsader ist auch hier mit Querstrichen bezeichnet, die Blutader dagegen mit Längsstrichen. Es ist dies der allgemeine Gebrauch, welcher seine gute Begründung darin hat, daß die Arterien zahlreiche querstehende Faserzellen besitzen, welche sie in der Querrichtung zusammenziehen, während die Blutadern minder reich an unwillkürlichen Muskeln sind.

Dieser Bau der Pulsadern bewirkt es, daß ihre Wände bedeutende Elasticität haben, so daß die Wand der Aorta, wenn das Blut durch die Zusammenziehung der linken Kammer in dieselbe hineingepreßt wird, mit erheblicher Kraft auf die Blutmasse wirkt. Wäre nun nicht ein kräftiger Ventilapparat am Aorteneingange, welcher das Rückfließen des Blutes hindert, so würde von der Zusammenziehung der Aorta das Blut wieder in das Herz zurückgepreßt werden, und der Blutkreislauf käme nicht zu Stande.

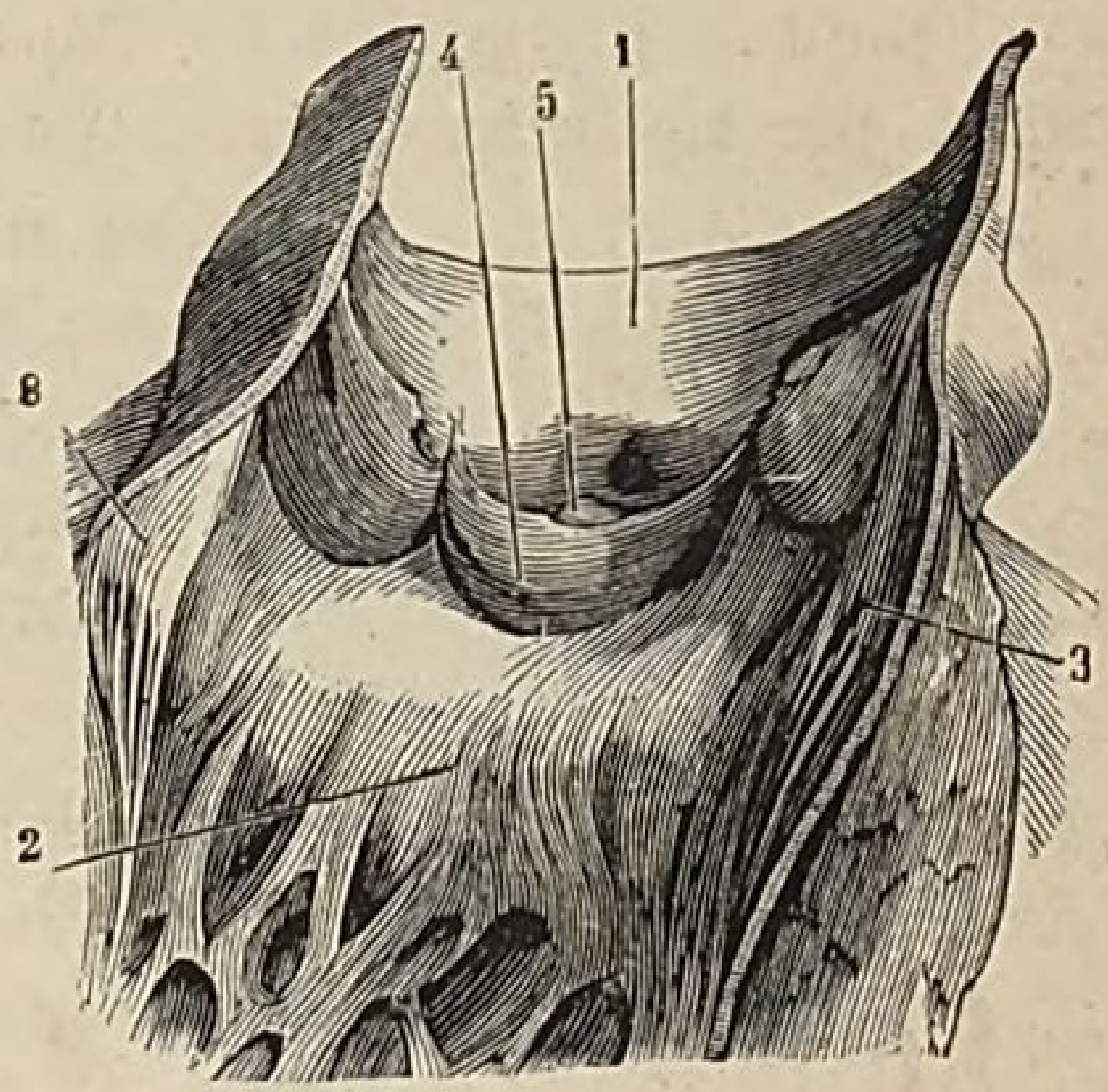


Fig. 280. Taschenventil im Innern der Aortenmündung.
(Die Aorta ist aufgeschnitten und die „Valvula mitralis“ der Länge nach durchschnitten.)
1 Offene Aorta. — 2 Linke Herzkammer. — 3, 3 Zweispitzige Hautklappe der linken Herzkammer. — 4 Die Taschenventile der Aorta (Valvulae sigmoideae). — 5 Kleines Knötchen in der Mitte des freien Randes.

Die Mündung der Aorta (Fig. 280) trägt im Innern drei kleine Taschen aus dünner Haut (wie drei flache Schürzentaschen etwa geformt), welche von dem zurückstauenden Blute gefüllt werden, sobald die elastische Aortenwand sich zusammenzieht, sich dadurch aufblähen, mit ihren Rändern fest aneinander schließen, während im Mittelpunkte, wo etwa noch einige Tröpfchen Blut zurückfließen könnten, kleine knotenförmige Erhabenheiten aus Bindegewebe den Raum schließen, so daß das Blut in der Aorta bleiben muß, sobald es von der linken Herzkammer in diese weite Röhre hineingepreßt ist*).

*) Weßhalb gibt es „drei“ Semilunar-Klappen? Weßhalb sind deren nicht lediglich „zwei“, oder weßhalb nicht „vier“? — Diese Frage findet ihre Beantwortung mit Hülfe der Geometrie. — Zum Zustandekommen

Die vermöge ihrer Elasticität sich zusammenziehende Aorta **drückt** aber auf das Blut, und dieser Druck pflanzt sich in Form einer **Flüssigkeitswelle** durch das gesammte Gebiet der Pulsadern fort, so daß er als Flüssigkeitsberg (Welle) sich fühlen läßt: der „**Puls**". Man fühlt daher den Schlag der Pulswelle nicht nur an der Speichenpulsader in der Nähe der Handwurzel, wo man ihn der Bequemlichkeit halber gewöhnlich aufsucht, sondern man kann ihn an jeder Arterie fühlen, sobald man dieselbe gegen einen festen Gegenstand leise drückt.

Auch in den **Blutadern** würde das Blut sich anstauen und nicht gehörig vorrücken, namentlich nicht immer seine Richtung nach dem Herzen hin beibehalten, wenn nicht dieselbe Vorrichtung der Taschenventile auch in den Blutadern von Zeit zu Zeit bald in kürzeren, bald in größeren Strecken sich wiederholte. Wir unterlassen, eine Abbildung hiervon zu geben, weil das Verhältniß im Wesentlichen dasselbe ist, wie in der Mündung der Aorta und in Fig. 281, 4 an dieser großen Ader genauer und deutlicher gesehen werden kann, als wenn man es aus den kleinen Blutadern abbildet. Dagegen machen wir darauf aufmerksam, daß auch an der Aorta jeder solchen Tasche entsprechend sich eine kleine **Ausbuchtung** nach außen (5) bildet. Dasselbe findet auch an den Blutadern statt, und zwar um so mehr, wenn durch irgend welchen Umstand das Vorrücken des Blutes Hemmnisse findet, die größer sind, als die Macht, mit der es vorwärts getrieben wird, zu überwinden vermag. Dann bilden diese Ausbuchtungen kleine, länglich runde Anschwellungen und veranlassen zugleich, daß die Blutader sich hin und her schlängelt, weil sie gleichzeitig auch in der Länge ausgedehnt wird. (Diese Anschwellungen sind die sogenannten „**Blutaderknoten**", welche häufig an den

---

eines **vollkommenen Verschlusses** der Semilunarklappen sind zwei **Bedingungen** nöthig: 1) daß die Segmente der Klappen der Arterienwand flach anliegen, damit das Blut ungehindert aus dem Ventrikel in die Arterie einfließen kann, und 2) daß sie derart in der Mitte des Arterienrohres zusammenstoßen, daß eine Rückstauung des Blutes verhindert wird. Hiernach ist erforderlich, daß die freien Ränder zusammen gleiche Länge haben, wie der innere Umfang der Arterie, und daß der freie Raum eines jeden Zipfels gleich sein müsse dem Durchmesser der Arterie. Diese beiden Bedingungen können aber nur durch die Anwesenheit **dreier** Zipfel erfüllt werden, da **drei Durchmesser** dem „**Umfange**" der Arterie gleichkommen; — denn: der Umfang eines Kreises ist gleich lang, wie der sechsmalige Radius, oder der dreifache Durchmesser, des Kreises.

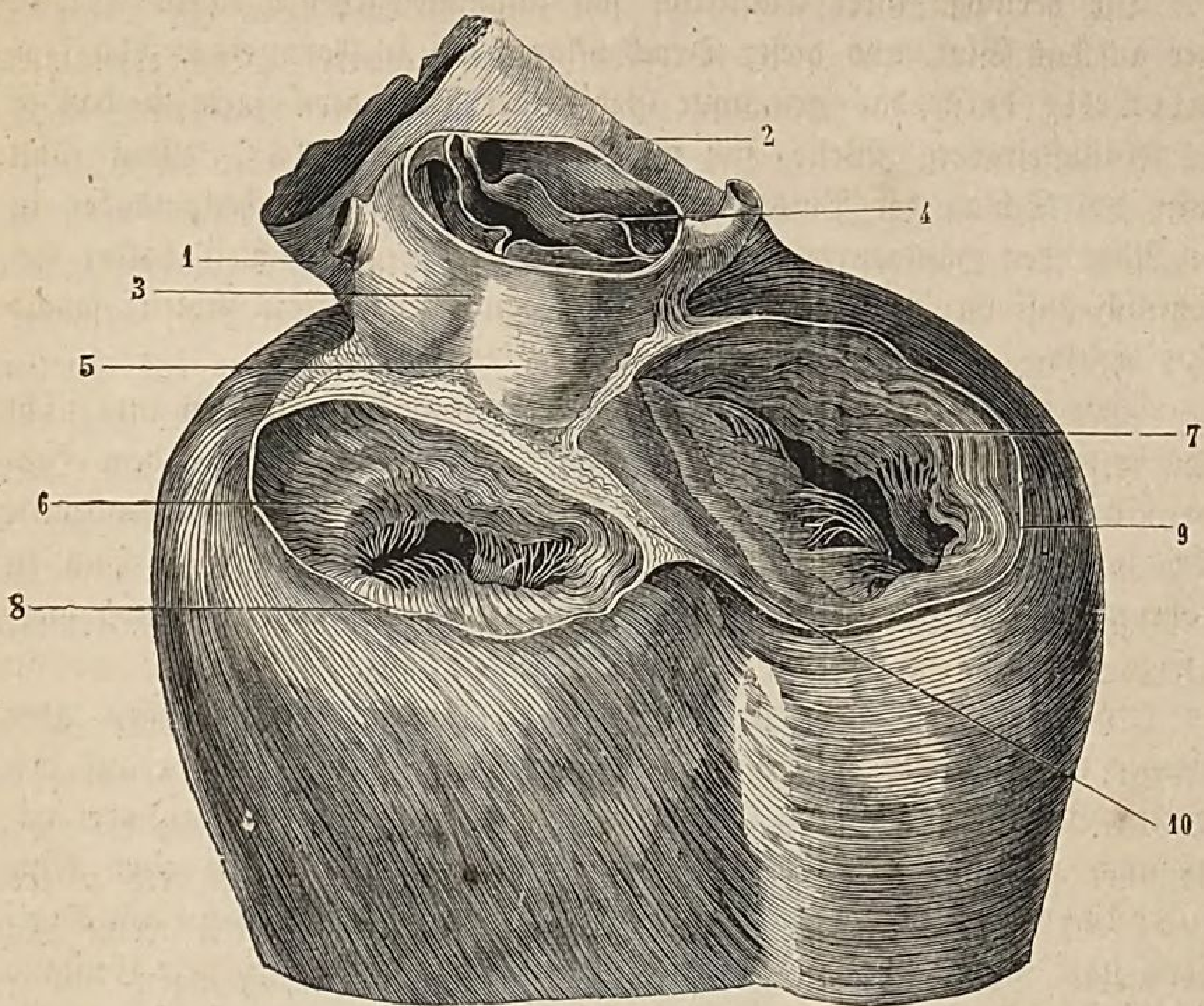


Fig. 281. Taschenventile der Aorta und Hautklappen der Herzkammermündungen.

Das Herz wird von hinten gesehen; die beiden Vorkammern sind abgeschnitten.

1, 2 Lungenarterie. — 3 Aorta. — 4 Taschenventil derselben. — 5 Aeußere Ausbuchtung, einem Taschenventile entsprechend. — 6 Mündung der linken Herzkammer. — 7 Mündung der rechten Herzkammer. — 8 Linker und 9 rechter faserig-knorpeliger Ring, welcher gleichsam das Skelet der Mündung bildet. — 10 Verbindung dieser beiden Ringe in der Mitte.

Unterschenkeln, namentlich bei denjenigen Personen sich vorfinden, welche, zu andauerndem Stehen genöthigt, durch die Zusammenziehung ihrer Oberschenkelmuskeln dem Blutlaufe in der großen Oberschenkelblutader Hindernisse bereiten. Auch die „Hämorrhoidalknoten" bestehen in der Hauptsache in nichts Anderem, nur daß sie in den Blutadern in der Nähe des Afters sich befinden.)

Die bewegende Kraft des Herzens wirkt bis in die Blutadern nur noch wenig, weil durch die vielen Widerstände im Innern der kleinen Haargefäße die Kraft des Herzpulses verbraucht worden ist; die Taschenventile sind daher unumgänglich nöthig, um die Richtung des Blutes inne

zu halten. In Bewegung gesetzt wird die Blutmasse in den Blutadern zum Theil durch den Druck der neben ihnen liegenden Muskeln, wobei das Blut, sobald die Blutader zusammengedrückt wird, natürlich nirgend anders hinfließen kann, als nach dem Herzen hin, weil die Taschenventile den Rückfluß hemmen. Bei Personen, welche sich wenig Muskelbewegung machen, ist daher der Rückfluß des Blutes sehr langsam, und ihn zu beschleunigen, dienen ebenso die Aktivbewegungen des Turnens, besonders des Freiturnens ohne Geräthe, als die Passivbewegungen des Knetens und Massirens, welche vom Badewärter in den türkischen (oder sogenannten irisch-römischen) Bädern am Körper des Badenden ausgeführt werden. — Zu der Bewegungskraft, welche der Druck der Muskeln auf die Venen ausübt, gesellt sich noch die saugende Kraft des Herzens und besonders des Brustkastens beim Einathmen, auf welche wir zurückkommen werden.

Dem gleichen Uebelstande des möglichen Zurückfließens, wie in der Aorta, war auch beim Uebergange des Blutes aus den Vorkammern in die Kammern zu begegnen. Auch hier mußte, sobald sich die Herzkammer zusammenzog, um das Blut in die Pulsader vorwärts zu treiben, ein Rückfließen des Blutes in den Vorhof stattfinden, wenn nicht besondere Vorrichtungen dies hemmten. Diese Vorrichtungen bestehen darin, daß Klappen aus zäher Haut, durch viele feste, dünne Sehnenfäden und kleine Muskeln gehalten, sich quer vorlegen, wie vom Winde aufgeblähte Segel, sobald das Blut zurückfließen will in den Vorhof. Fig. 281 zeigt uns diese Klappen, nach Wegschneiden des Vorhofs gesehen, von oben, 6 über dem linken Ventrikel, 7 über der rechten Herzkammer.

Um die Gestalt dieser Klappen näher kennen zu lernen, müssen wir uns das Innere des Herzens (Fig. 282) ansehen und betrachten zunächst die linke Herzhälfte, von welcher die rechte nebst der Scheidewand zwischen beiden abgeschnitten ist. Wir sehen, daß der Vorhof (1) innen ziemlich glatt ist, daß die Lungenvenen (3, 4) von beiden Seiten in ihn münden, und daß er in der Mitte die Vertiefung des eirunden Loches zeigt, durch welches vor der Geburt die beiden Vorhöfe des Herzens mit einander in Verbindung stehen. Die Wand des Innenraumes in der Herzkammer hat keine glatten Wände, sondern wird von zahlreichen mit einander verflochtenen und über einander hinweggehenden Muskelbündeln gebildet (2). Eben solche Muskelbündel fassen und halten die

Sehnenfäden, welche von der Klappe (7, 7) ausgehen, so daß diese Klappe zu allen Zeiten straff ausgespannt erhalten wird und immer ihren Dienst zu versehen im Stande ist.

Die in ähnlicher Weise vorbereitete rechte Herzhälfte (Fig. 283) zeigt einen ähnlichen Bau, wenn auch die einzelnen Theile minder übersichtlich neben einander sich befinden. Die Vorkammer (1) hat glatte

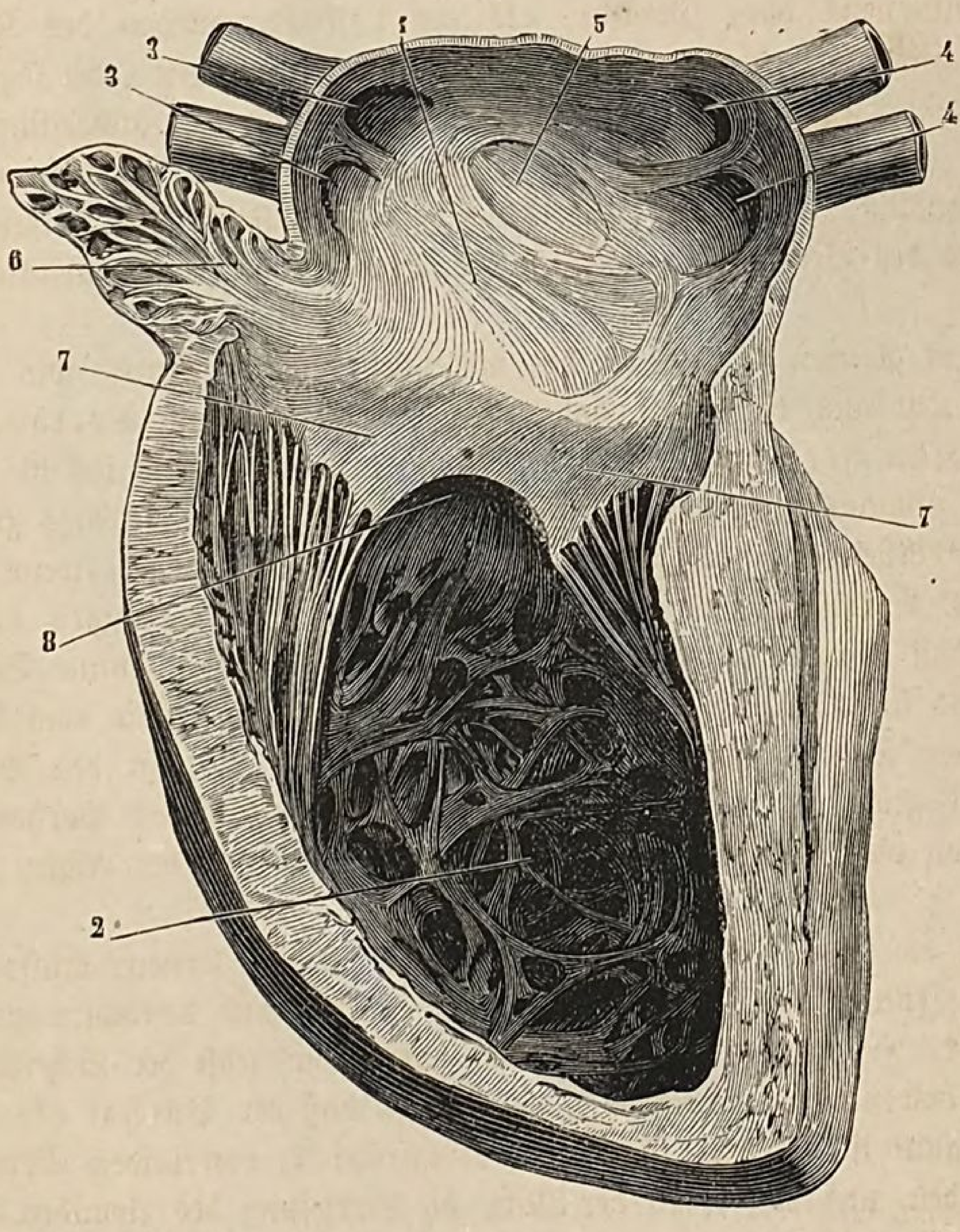


Fig. 282. Innere Oberfläche der linken Herzkammer und Vorkammer.
1 Linke Vorkammer. — 2 Linke Herzkammer. — 3, 3, 4, 4 Oeffnungen der Lungenvenen. — 5 Vertiefung des „foramen ovale". — 6 Linkes Herzohr. — 7, 7 Hautklappe mit zwei Spitzen, welche den Rückfluß des Blutes aus der Kammer in die Vorkammer absperrt (Valvula mitralis). — 8 Unterhalb der Klappe setzt sich die Herzkammer noch fort und geht in die Mündung der Aorta über.

Wandungen, hat die Mündung der obern und untern Hohlvene (3 und 4), wird durch die breitere, etwas gefaltete und nicht so regelmäßig 'gestaltete dreispitzige Hautklappe von der Herzkammer abgesperrt; letztere hat in der Oberfläche ihrer Wandung ebenfalls zahlreiche kleine Muskeln, doch sind dieselben nicht so stark und kräftig, wie beim linken Herzen, entwickelt.

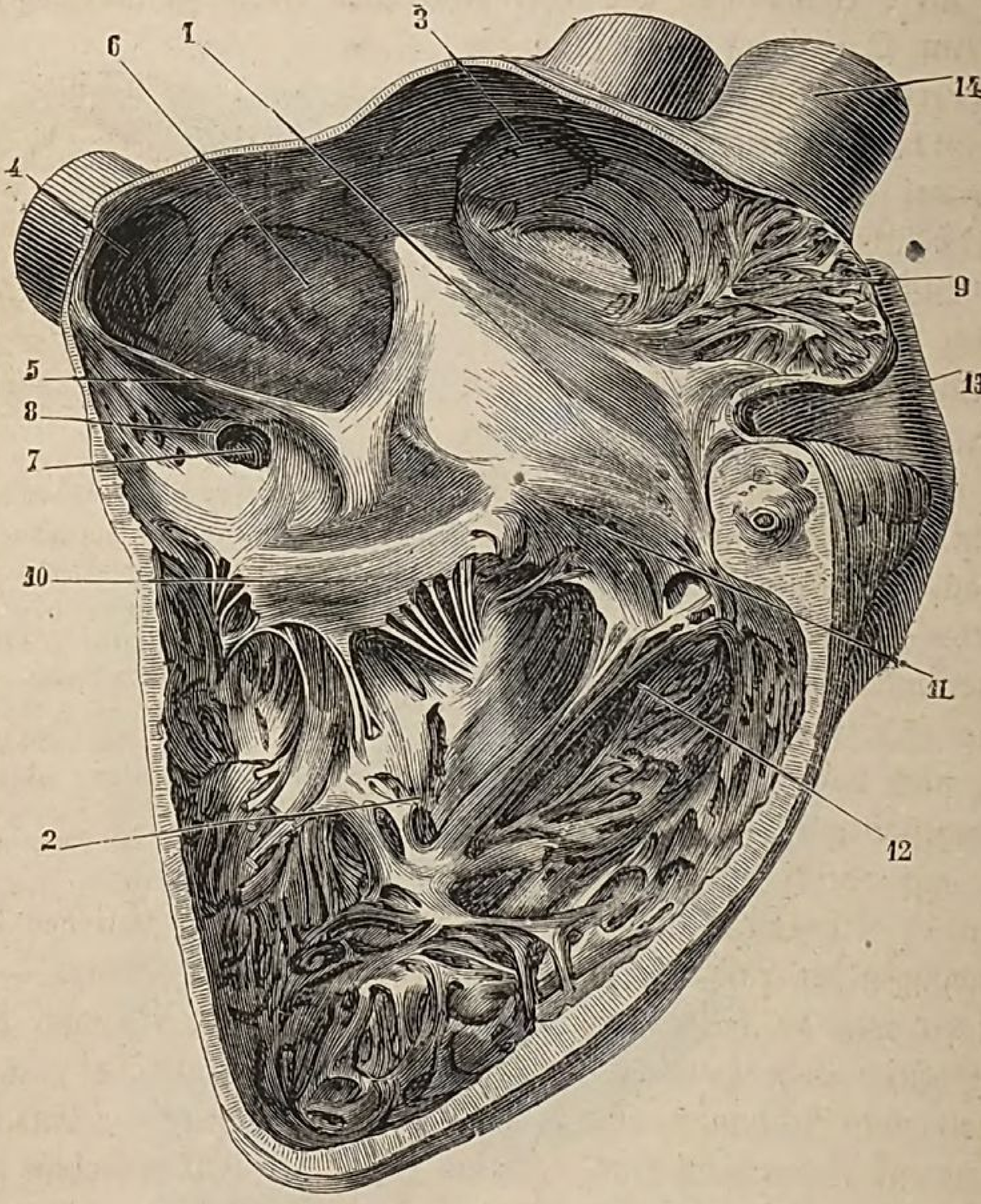


Fig. 283. Innere Oberfläche der rechten Herzkammer und des Vorhofs.
1 Rechter Vorhof. — 2 Rechte Herzkammer. — 3 Oeffnung der obern Hohlvene. — 4 Oeffnung der untern Hohlvene. — 5 Hautherrvorragung, welche als Klappe dient (Valvula Eustachii). — 6 Ovales Loch von der andern Seite, mit Haut bedeckt. — 7 Mündung der großen Kranzvene des Herzens. — 8 Valvula Debesii. — 9 Rechtes Herzohr. — 10 und 11 Hautklappe mit drei Spitzen und mit den Sehnenfäden, welche sie in der Lage halten. — 12 Trichterförmige Erweiterung nach oben und vorn. — 13 Lungenpulsader, welche in der rechten Herzhälfte entspringt. — 14 Aorta, welche in der linken Herzhälfte entspringt.

Vergleichen wir die beiden Abbildungen der linken und rechten Herzhälfte mit einander, so erkennen wir, daß die linke Herzhälfte bedeutend dickere Wandungen hat, als die rechte, während letztere breiter zu sein scheint. — Dies ist wirklich der Fall, und wir brauchen nur einen Querdurchschnitt durch das Herz auszuführen, um uns von dem Verhältniß der beiden Herzventrikel zu einander und von den Unterschieden in der Dicke ihrer Wandungen wie ihrer gesammten Form zu überzeugen.

Am Querdurchschnitte des Herzens sehen wir, daß die Wand des linken Ventrikels (Fig. 284, 4) aus einer erheblich stärkeren Fleischschicht besteht, also ganz geeignet ist, das Blut durch ihre Zusammenziehung vorwärts zu pressen in die ebenfalls mit rundem Querdurchschnitt ihr aufsitzende Aorta und die Kraft der elastischen Wandungen dieser großen und starken Pulsader zu überwinden. Dagegen ist die Wand der rechten Herzkammer (Fig. 284, 5) dünner und umschließt eine langgestreckte Höhle (1); die rechte Kammer hat zwar auch das Blut, welches in sie hineingeflossen ist, auszupressen, aber nur auf dem kürzern Wege des „kleinen" Kreislaufs zu befördern, woselbst sie auch von den dünneren Wandungen der Lungenpulsader weniger Widerstand erfährt. — Weiter erblicken wir an dieser Abbildung, daß eine Haut ringsum das Herz einschließt. Diese Haut ist ein Theil des „Herzbeutels", auf dessen Gestalt und Bedeutung wir demnächst zurückkommen. — Endlich sehen wir (6 und 7) durchschnittene, noch bis jetzt unerwähnt gebliebene „Kranzgefäße" des Herzens in der Figur 285; diese, sowie die „Herzohren" kennen zu lernen, müssen wir das Herz von außen und vorn betrachten.



Fig. 284. Querdurchschnitt durch die Mitte des Herzens.

Senkrecht auf seiner Längenachse ausgeführt (— $1/2$ natürlicher Größe; nach Luschka).

1 Innenraum der rechten Herzkammer. — 2 Innenraum der linken Herzkammer. — 3 Zwischenwand zwischen beiden. — 4 Wand der linken Herzkammer. — 5 Wand der rechten Herzkammer. — 6 Fett und durchschnittene Kranzgefäße in der untern Längsfurche. — 7 Fett und durchschnittene Kranzgefäße in der vordern und obern Längsfurche.

Auch das Herz bedarf, ebenso wie jedes andere Organ, des Blutes zu seiner Ernährung, und dieses wird auch ihm zugeführt durch Pulsadern und zurückgeführt, wie wir gesehen haben, in den rechten Vorhof durch eine größere Blutader: Kranzarterie und Kranzvene. Wir haben

also einen Theil des „großen Kreislaufs“ auch im Herzen und im Herzfleische. Die Adern des Herzens befinden sich aber auf seiner äußern Oberfläche, sind also am wenigsten den Einflüssen der Gestaltveränderung ausgesetzt, wenn das Herz sich zusammenzieht und wieder ausdehnt. — Herzohren aber nennt man zwei kleine beutelartige Verlängerungen, deren jeder Vorhof eine besitzt; sie bestehen aus Fleischfasern und sind, wie wir an ihrer Innenfläche gesehen haben, mit kleinen

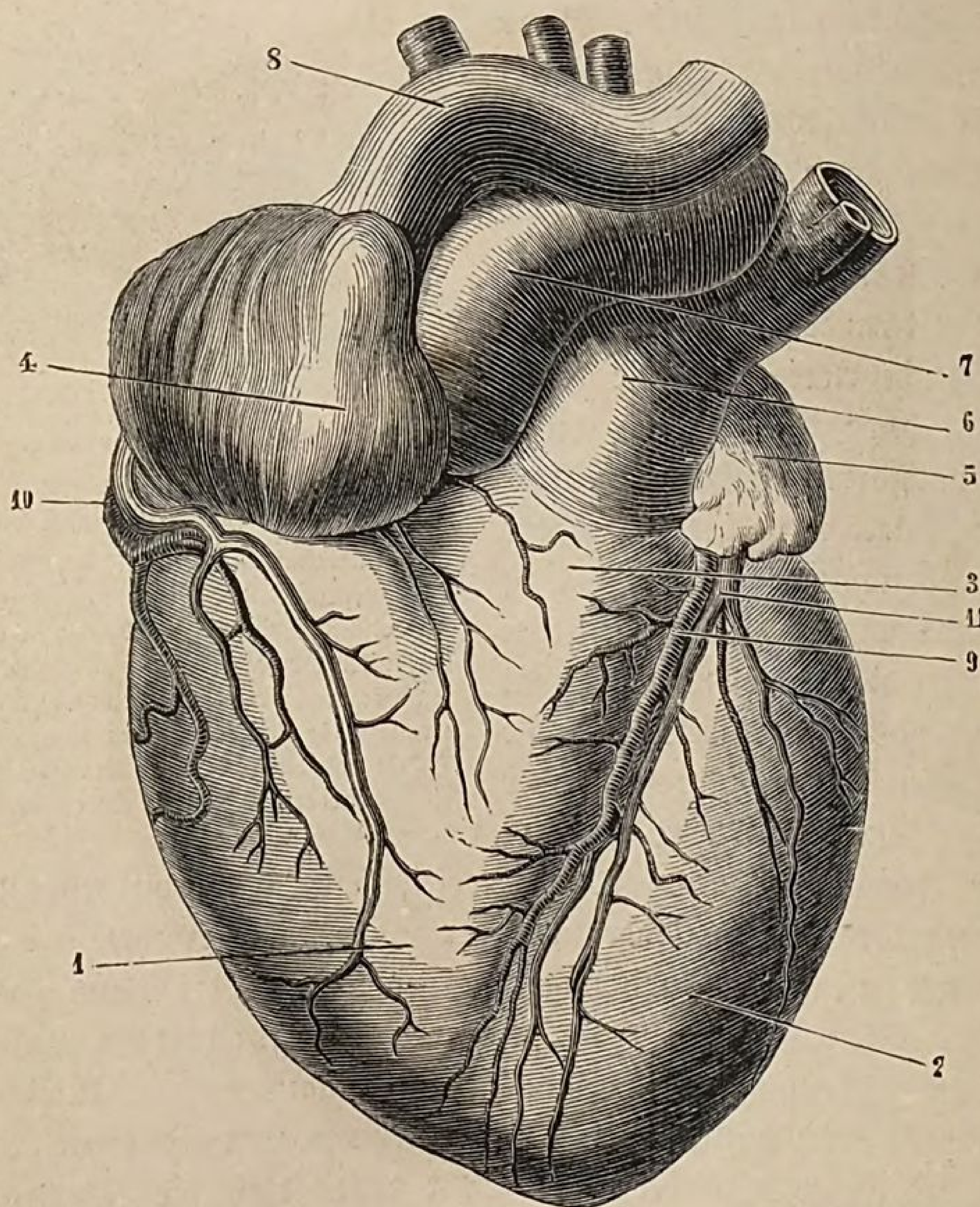


Fig. 285. Vorderfläche des Herzens.

1 Rechte Herzkammer. — 2 Linke Herzkammer. — 3 Trichterförmige Verlängerung der rechten Herzkammer, welche übergeht in 6 Lungenpulsader. — 4 Rechtes Herzohr. — 5 Linkes Herzohr. — 7 Arteria aorta. — 8 Obere Hohlvene (mit einem Theile des Venenstammes der linken Brachiocephalica). — 9 Linke und vordere Kranzpulsader (Arteria coronaria sinistra). — 10 Rechte oder hintere Kranzpulsader, über welcher die Vene liegt. — 11 Linke Kranzblutader.

Muskelbündeln gegen den Hohlraum hin besetzt, so daß sie sich kräftig zusammenziehen können. Die Vorkammern vermögen sich minder energisch zu verkleinern und das Blut weiter zu treiben, als die Ventrikel; es dienen ihnen daher die beiden Anhängsel der Herzohren ebenso als Mittel der Erweiterung, um gelegentlich ungewöhnlich viel Blut in sich aufzunehmen, als zum Hülfsmittel kräftiger Verkleinerung.

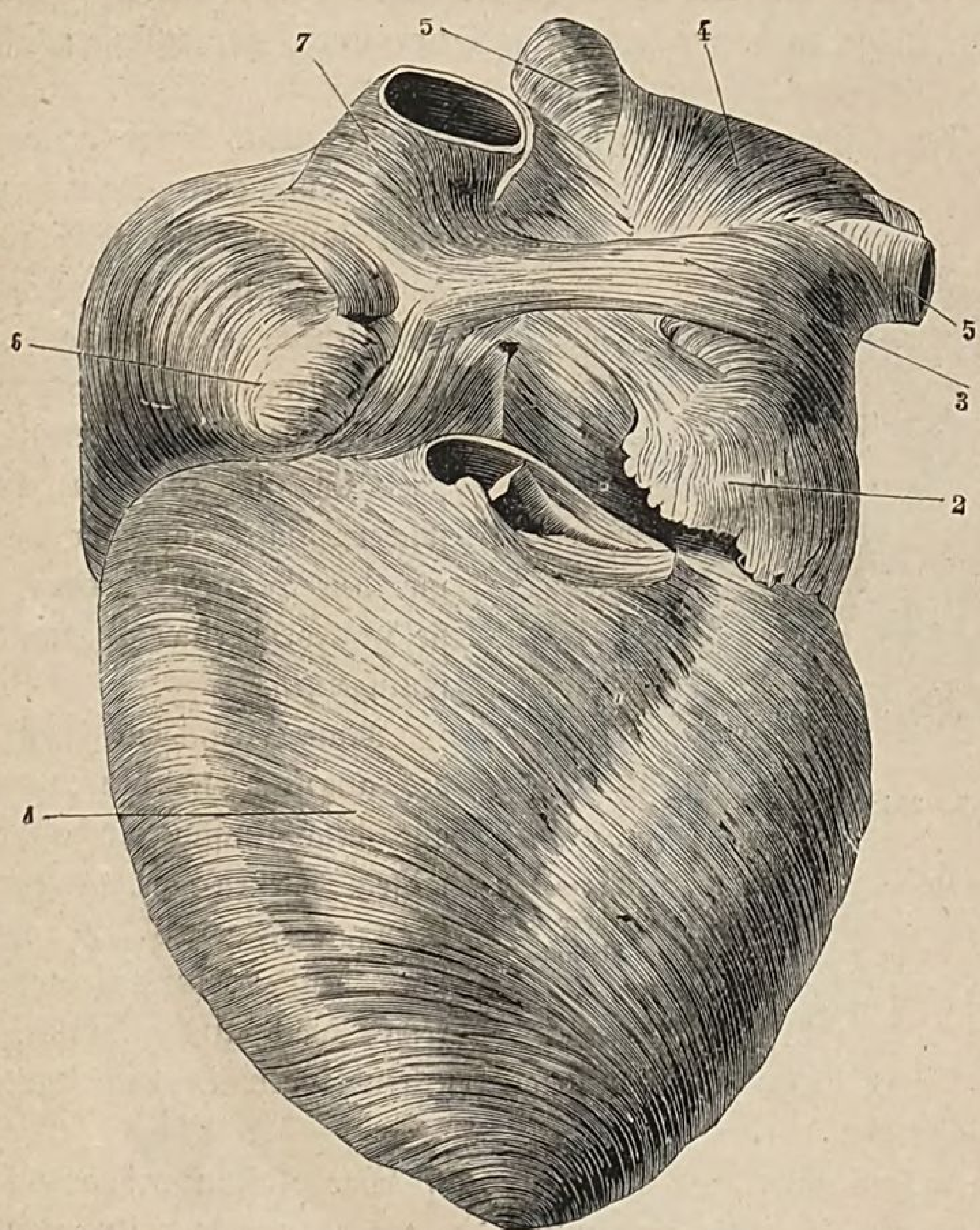


Fig. 286. Die Züge der Fleischfasern des Herzens, der Kammern, Vorkammern, Herzohren, — von vorn gesehen.

1 Faserzüge der beiden Kammern an der vordern Seite über beide Kammern und die Scheidewand hinweggehend. — 2 Fasern des linken Herzohres. — 3 Gemeinsame Fasern beider Vorkammern. — 4 Fasern der linken Vorkammer. — 5, 5 Fasern der linken Lungenvenen. — 6 Fasern der rechten Vorkammer. — 7 Fasern, welche die obere Hohlvene umspinnen.

Die Zusammenziehungen des Herzens geschehen plötzlich und durch die gesammte Masse des Herzens auf einmal. Dies wird dadurch möglich, daß das Herz ein hohler Muskel ist, dessen Fasern auf höchst eigenthümliche Weise angeordnet sind, wie erst vor einigen Jahren ein berühmter deutscher Gelehrter nachgewiesen hat.

Die Fleischmuskeln umziehen das Herz in Spiralwindungen (Fig. 286), so daß schraubenförmig von rechts oben nach links unten die Züge rund um das Herz herum gehen, am untersten Theile in derselben Richtung sich umschlagen (einen „Wirbel“ bilden) und immer in derselben Richtung sich fortbewegend wieder etwas tiefer gelegen nach links und oben hinauf steigen; man kann in der Abbildung die aufwärts gehenden Züge natürlich nicht sehen, weil sie von den abwärts steigenden verdeckt werden. Sehr viele Fasern gehen wahrscheinlich nicht nur in einfacher, sondern mit doppelter Schlinge um den Herzkegel herum, indem sie in Form einer 8 sich herumschlingen.

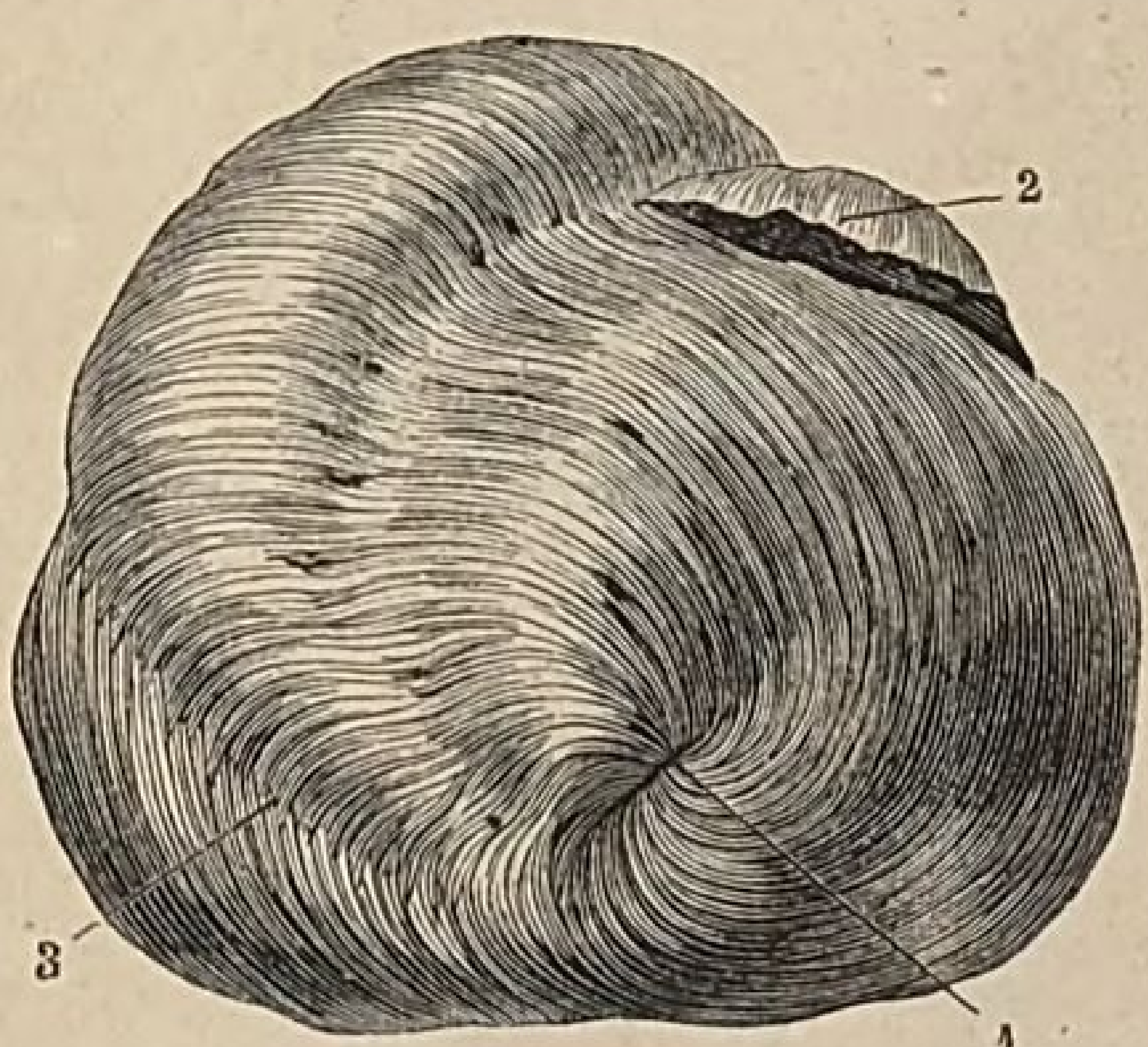


Fig. 287. Wirbel an der Spitze des Herzens.

1 Wirbelpunkt an der Spitze. — 2 Fasern des Herzohres. — 3 Stelle, wo die absteigenden und aufsteigenden Fasern sich kreuzen und die aufsteigenden in die Tiefe dringen.

Man erkennt das Thatsächliche des angeführten Windungsganges aus dem Umstande, daß an gewissen Stellen die Fasern sich kreuzen (Fig. 287, 3) und zwischen den zu oberst liegenden von rechts nach links herabsteigenden die von links nach rechts aufsteigenden eindringen in das Innere des Herzfleisches.

Betrachten wir das in Bezug auf seine Fasern präparirte Herz von hinten (Fig. 288) und unten da, wo es auf dem Zwerchfell aufruht, so sehen wir, daß auch da in gleicher Weise die Faserzüge rund um das Herz außen herum gehen, daß die Herzkammern diese schraubenförmigen Züge haben, während die Fasern der Vorkammern in der Quer- und Längsrichtung verlaufen. Ferner erblicken wir den Eingang der untern Hohlvene und etwas weiter nach unten und links über der Scheide-

wand des Herzens den Eingang der größern gemeinsamen Kranzvene in den Innenraum des rechten Vorhofs.

Dieser kunstvolle Bau des **Herzens** und die eigenthümliche **Anordnung seiner Fasern** bedingen die große **Festigkeit** dieses Muskels, — eine Festigkeit, welche so bedeutend ist, daß wir bereits zweimal an Selbstmördern beobachtet haben, daß der Schuß an der Wand des Herzens abgeglitten ist, ohne diese verletzen zu können. (Das eine Mal hatte sich der Selbstmörder mit der Pistole in das rechte Herz geschossen

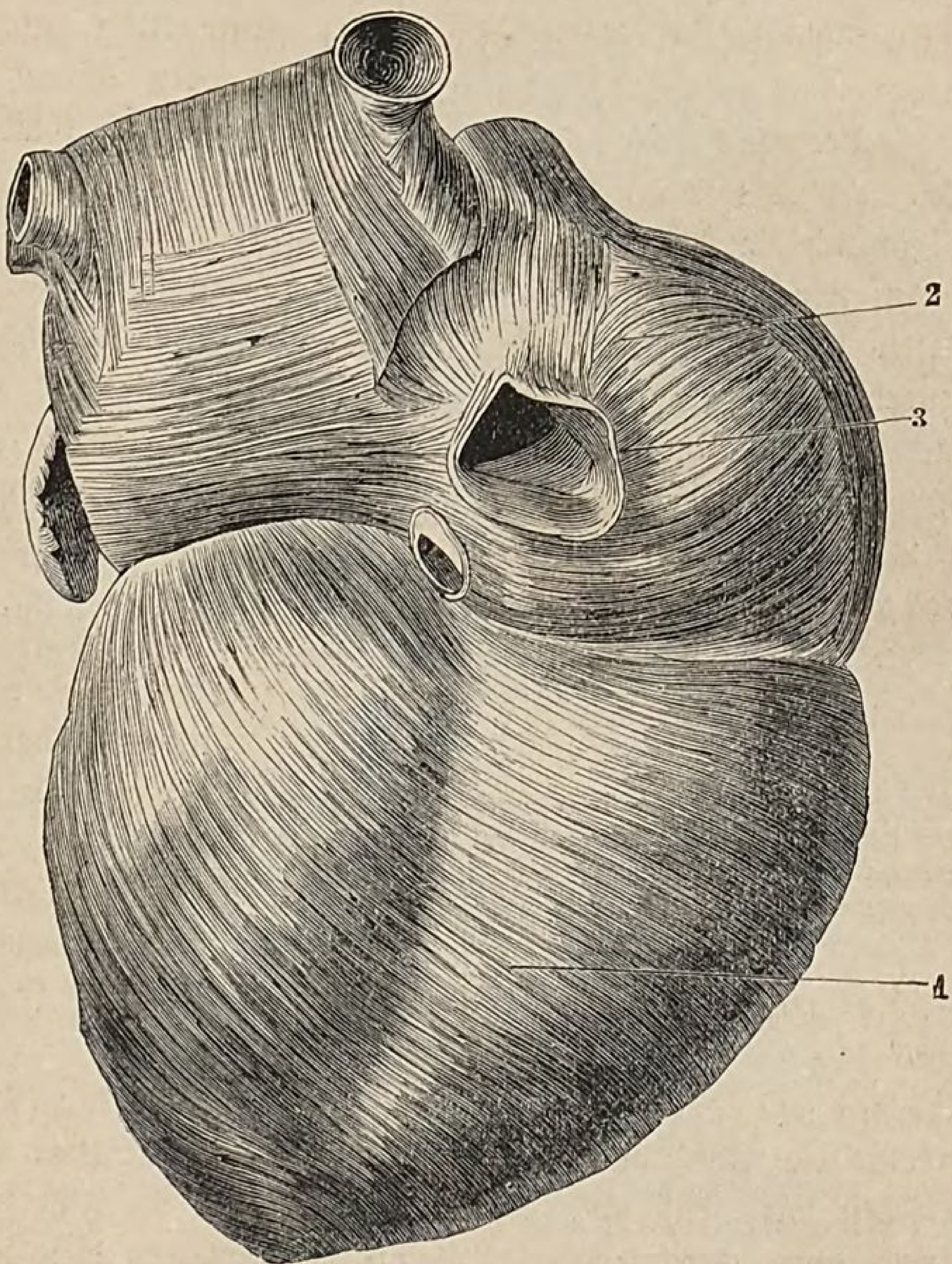


Fig. 288. Gemeinsame Fasern der Rückseite des Herzens, sowol der Kammern als der Vorhöfe. (Auf der hinteren Seite.)
1 Rechte Herzkammer mit den von der linken kommenden, über sie weggehenden Fasern. — 2 Fasern des rechten Vorhofs. — 3 Fasern an der untern Hohlvene.

und dessen Wandungen zerrissen, während die Muskelfasern der linken Herzhälfte sich fest, steinhart zusammengezogen hatten und unverletzt geblieben waren. Das andere Mal war nur die linke Hälfte getroffen und sehr wenig beschädigt worden, der Schuß hatte aber die großen Gefäße der Lungen getroffen. Beide Male waren die Personen an schnell erfolgender Verblutung gestorben.) Indem das Herz bei seiner Zusammenziehung hart wird, weil die so eigenthümlich geschichteten Muskelfasern einander sich nähern, erhöht sich zugleich die Dichtigkeit der Wand gegen Flüssigkeiten, so daß der hohle Muskel sich mit einem Drucke, welcher den Druck einer Männerfaust übersteigt, über der Flüssigkeit zusammenzuziehen vermag, ohne daß er von derselben in sich selbst und zwischen seine Muskelfasern einen Tropfen hineinpreßt. Wollen wir versuchen, Wasser zusammenzudrücken, welches wir uns in die Hand gegossen haben, so mögen wir noch so sorglich die Hand schließen, immer wird es durch die Spalten zwischen den Fingern herausspritzen. Aehnliches müßte geschehen zwischen den Spalten der Herzmuskelfasern, wären diese nicht in der angegebenen Weise angeordnet.

Das Herz ruht im Innern eines aus weißer Sehnenhaut gebildeten Beutels, welcher in Fig. 289 vorn aufgeschnitten und durch Haken zurückgehalten wird. Das Herz ist in diesen Beutel gleichsam hineingestülpt. Der **Herzbeutel** bildet eine große, in sich geschlossene Blase, und wie man bei gewirkten baumwollenen Schlafmützen, wie sie in vielen Gegen-

---

Fig. 289. 1 Herz. — 2 Lungen. — 3 Geöffneter Herzbeutel (Pericardium). — 4 Lungenarterie oben in der Mitte des Herzens aus dem rechten Ventrikel entspringend. — 5 Aorta hinter der Lungenarterie, aus dem linken Ventrikel entspringend, steigt vor dem rechten Aste der Lungenarterie in die Höhe, tritt aus dem Herzbeutel hervor (und heißt bis dahin die **aufsteigende Aorta**), krümmt sich dann mit einem Bogen über den rechten Ast der Lungenarterie hinweg nach links und hinten und geht in der Gegend des zweiten Brustwirbels vor der Luftröhre vorbei, über den linken Ast der Luftröhre hinweg und an der linken Seite der Wirbelsäule herunter. — 6 Die rechts gelegene obere Hohlvene, unmittelbar vor ihr das Herzohr. — 7 Stamm der Pulsader für Arm und Kopf der rechten Seite (Brachio-cephalica, gibt nach oben die Carotis, nach rechts die Subclavia ab). — 8 Pulsader für die linke Seite des Kopfes (Carotis primitiva sinistra). — 9 Arterie für den linken Arm (Subclavia sinistra). Zur Seite von ihr nach außen sieht man die durchsägte Rippe und das abgesägte Schlüsselbein; ebenso auf der rechten Seite, und kann an beiden Seiten den Verlauf der für den Arm bestimmten Pulsader bis unter das Schlüsselbein verfolgen. — 10 Innere Brustpulsader (Mammaria interna) abgeschnitten. — 11 Obere Zwerchfellpulsader, und 14 Zwerchfellnerv (Nervus phrenicus). — 12 Rechte Kranzpulsader und 13 linke oder hintere Kranzpulsader. — 15 Der Lungenmagennerv oder herumschweifende Nerv, zu beiden Seiten nach innen vom Zwerchfellnerven gelegen. — Hinter den großen Pulsadern sieht man die **Luftröhre** herabsteigen, vor welcher oben die beiden **Kropfdrüsen** (Thymus) sich befinden. Zu beiden Seiten des Herzens sind Lunge und Brustkasten etwas abgeschnitten, damit man das Herz frei liegen sehe.

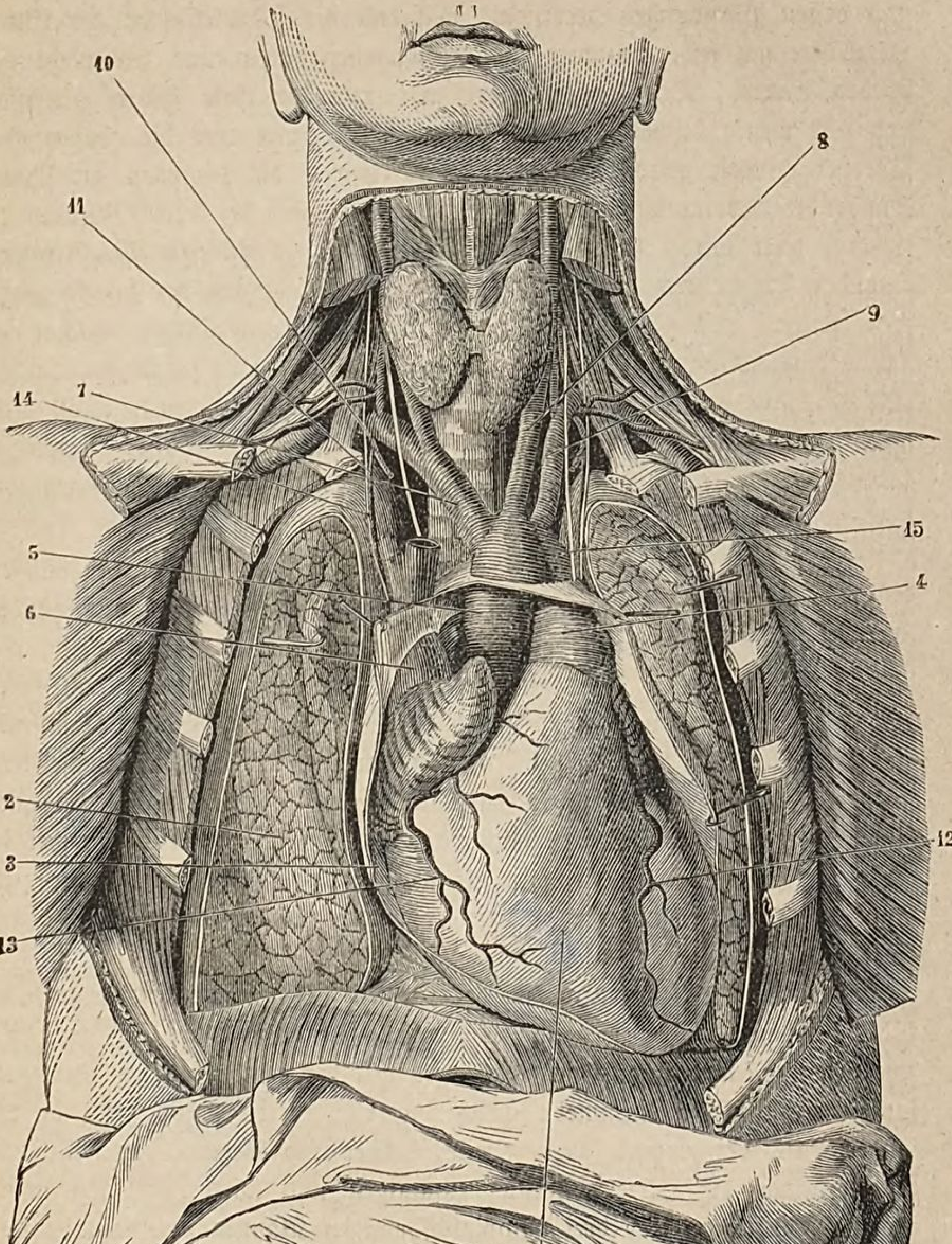


Fig. 289. Herz und große Gefäße. Ursprung der Halsarterien.

den noch von den Bauern getragen werden, Futter und Ueberzug aus einem Stück gefertigt, so daß das Futter hineingeschoben und die Mütze dadurch verdoppelt wird, — so ist auch beim Herzbeutel das Herz gleichsam hineingeschoben in die hohle Blase, und der Theil, welchen es berührt, ist an der äußern Herzwandung festgewachsen. Im Innern des Herzbeutels befindet sich ein wenig Flüssigkeit.

Die Bewegungen des Herzens geschehen in bestimmter Regelmäßigkeit; zuerst ziehen sich die Vorhöfe zusammen, während die Ventrikel erschlaffen, — dann ziehen sich die letzteren, die Herzkammern, zusammen und die Vorhöfe werden schlaff, hierbei folgt eine kurz dauernde, gleichzeitige Erschlaffung (Diastole) beider Herzabtheilungen, während zwischen dem ersten und zweiten Zeitraume eine noch kürzere Zeit andauernde gleichzeitige Zusammenziehung (Systole) aller Herzabtheilungen stattfindet.

Dabei verändert sich das Herz in seiner Form, so daß es in der Zusammenziehung annähernd die Form eines Kegels mit runder Grundfläche hat, während bei der Erschlaffung das Herz breiter ist, als dick. — Zu gleicher Zeit mit der Formveränderung ändert das Herz auch seine Stellung und Lage, indem es sich um die Querachse dreht und die Herzspitze nach vorn erhebt und ein wenig um die Längsachse von links nach rechts sich dreht, so daß die in der Erschlaffung weiter nach hinten gelegene linke Kammer nach vorn rückt. Diese Veränderungen in der Form und Lage fühlen wir als Herzstoß im Augenblicke der Zusammenziehung, wenn wir die Finger in der Gegend der Herzspitze auf die Brust legen.

Das an die Brustwand in der Gegend des Herzens angelegte Ohr fühlt nicht nur die Bewegung des Herzens, sondern hört sie auch als zwei Herztöne, von denen der erste mit dem Herzstoße und der Zusammenziehung der Kammern gleichzeitig ist; er ist dumpf und dauert länger, als der zweite. Der zweite, hellere und kürzere Ton fällt mit dem Anfange der Herzerweiterung zusammen und wird verursacht durch plötzliche Anfüllung der drei halbmondförmigen Klappen der Aorta. Der erste Ton ist das Geräusch der sich zusammenziehenden Muskeln, wie erst im März 1868 unzweifelhaft bewiesen wurde, indem man einem Hunde unmittelbar nach dem Tode das Herz aus dem Körper entfernte und nach Unterbindung sämmtlicher Gefäße so aufhängte, daß seine Bewegung kein Reibungsgeräusch irgend einer Art verursachte; man hörte denselben Ton,

wie am lebenden Thiere gleichzeitig mit der Zusammenziehung, nur ein wenig schwächer.

Daß das Herz auch nach dem plötzlichen Tode eines Thieres oder Menschen längere Zeit fortschlagen kann (Verfasser beobachtete bereits vor mehr als dreißig Jahren, daß das Herz eines Hingerichteten noch 23 Minuten nach dessen Tode sich zusammenzog), hängt von dem Ganglienapparate ab, welcher sich im Herzen befindet. Der herumschweifende Nerv (Vagus) ist Hemmungsnerv, der Sympathicus Erregungsnerv für die Herzbewegungen. Wenn man den Vagus stark reizt, so folgt Stillstand des Herzens im Zustande der Erweiterung; umgekehrt aber bewirkt seine Lähmung (Durchschneidung) erhöhte Häufigkeit der Herzbewegungen. Die eigentlichen Centralorgane für die Herzbewegungen sind theils im verlängerten Mark (von welchem die betreffenden Fasern zu dem Halsstücke des Sympathicus gehen), theils in den Ganglien des Herzens selbst. — Beim lebenden Menschen ändert der Herzschlag seine Häufigkeit sehr oft und ist abhängig von Geschlecht, Alter, Blutmenge, Körpergröße, Tageszeit, Nahrungsaufnahme, Anstrengung oder Ruhe.

Im Allgemeinen ist bei größerem Körper der Puls seltener, bei kleinerem häufiger; — bei Frauen schlägt er schneller, als bei Männern; — bis gegen das 20. Lebensjahr nimmt er mit zunehmendem Alter ab und sinkt von 134 Pulsschlägen während der Minute (im 1. Lebensjahre) bis auf 70 (im 22. Lebensjahre), um dann später im Greisenalter wieder etwas häufiger zu werden. Nach einem Aderlasse wird der Puls häufiger, ebenso durch Tragen von Lasten, durch Ermüdung in Folge von langen Märschen oder anderen Muskelanstrengungen, durch andauernde, angestrengte geistige Arbeiten, durch anhaltendes lautes Sprechen. Am Morgen, etwa 10 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme, verlangsamt sich der Puls und steigt unmittelbar nach dem Frühstück wieder; dann sinkt die Häufigkeit langsam bis Mittag, vermehrt sich nach dem Mittagessen aber etwas langsamer und nicht so hoch, wie am Morgen; hierauf läßt die Häufigkeit wieder nach bis zum Abendbrod, um nach diesem sich abermals zu vermehren. Beschaffenheit der Nahrung, Menge der Gewürze, aufregende und berauschende Getränke haben darauf großen Einfluß; — vor Allem aber der Wechsel der Temperatur. Wie aus den Darlegungen über die Eigenwärme (Seite 609) des Körpers erinnerlich, sind es nur wenige Grade, innerhalb deren unser Organismus bestehen kann. Unterhalb + 33° C. (+ 26½° R.) und oberhalb + 43° C. (+ 34½ R.)

bemächtigt sich unser das Verderben und der Tod tritt ein, im ersten Falle durch Nervenlähmung, im zweiten durch Gerinnung der in unseren Muskeln und Nerven enthaltenen gallertförmigen Flüssigkeit. Daß wir so nahe der Todesgrenze leben können, trotz der vielfachen auf uns einwirkenden Abkühlungen und Erhitzungen, daß Wintersfrost oder Sommerglut, Eis des Nordpoles oder Brand der Tropensonne den Menschen nicht sofort tödten, — daß der Gesunde in der dünnen und leichten Luft des Gletschers ebenso zu athmen vermag, wie in der dichten und schweren Luft am Meeresstrande, — dies Alles verdanken wir der Empfindlichkeit und eigenthümlichen Einrichtung unseres Herzens. In der Kälte langsam schlagend läßt es (für Winter und Norden) die Hauptmasse des Blutes im inneren Körper, so daß dieser warm erhalten wird, — treibt dagegen durch Wärme zu schnellem Schlage angeregt (im Sommer und Süden) das Blut kräftig nach außen und bewirkt durch Hautausdünstung größere Abkühlung. Minder gefüllt durch langsame Athemzüge (am Meere) schlägt es langsam und mit Blut überfüllt (auf hohen Bergen) pumpt es durch kraftvollere Zusammenziehungen das Blut nach Gliedern und Haut. Gewisse chemische Stoffe lähmen seine Bewegungen (z. B. Kohlensäure, Auszug des Fliegenschwammes), während andere (z. B. Sauerstoff, Auszug der Tollkirsche) den heftigsten Herzschlag erregen.

Die tägliche Arbeit der Herzmuskeln ist berechnet worden auf 60,000 Kilogramm-Meter, das heißt, binnen 24 Stunden entwickelt das Herz so viel Muskelkraft, als nöthig ist, um 60,000 Kilogramm (120,000 Zollpfund) einmal einen Meter (3 Fuß) hoch zu heben, oder um 1 Kilogramm (2 Pfund) 60,000 Meter (180,000 Fuß) hoch zu heben. Die Arbeitsleistung des Herzens ist also während eines ganzen Tages keine unerhebliche, und ein nicht geringer Theil unserer Nahrung muß darauf verwerthet werden, um so viel lebendige Kraft den Herzmuskeln zu gewähren, als zu dieser Arbeitsleistung nöthig ist.

Diese Kraft wird verwendet, um das Blut in die Adern hineinzupressen und den Widerstand, welches es im großen und kleinen Kreislauf findet, zu überwinden. Da, wie erwähnt, das Blut unausgesetzt von den elastischen und über der Blutmasse sich zusammenziehenden Blutgefäßen gedrückt und gepreßt wird, so muß es einen Theil der vom Herzen ihm gewährten Kraft dazu benutzen, den Druck der Gefäße zu überwinden und vorwärts zu fließen; es drückt also beständig zur Seite gegen die Gefäße hin. Der Seitendruck des Blutes in den Blutgefäßen ist für unser Wohlsein von äußerster

Bedeutung; er dient dazu, das Blut in die seitlich sich abzweigenden Adern zu befördern, — unter seinem Einflusse finden die Abscheidungen der verschiedenen Verdauungsflüssigkeiten und der Nährstoffe in die Gewebe des Körpers, sowie die Ausscheidungen der unbrauchbaren Stoffe aus dem Blute statt, und für die wissenschaftliche Physiologie, sowie für den Arzt ist die Kenntniß dieses Seitendrucks, der verschiedenen Verhältnisse, unter denen er sich ändert, die Art seiner Messung von äußerster Wichtigkeit. Ein großer Theil der neuern Wissenschaft vom Leben findet seine Grundlage in der Erforschung und Kenntniß dieser Verhältnisse.

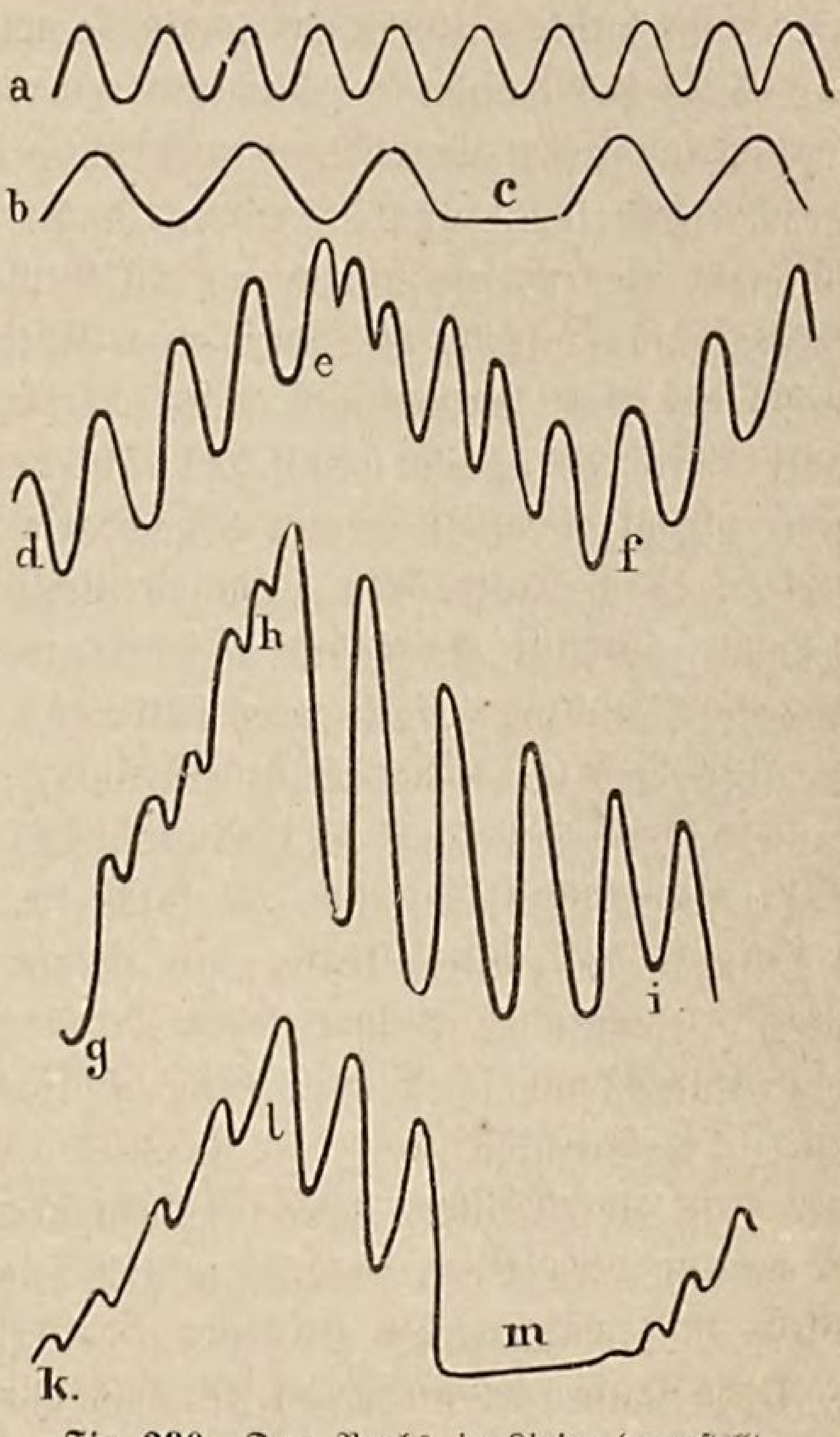


Fig. 290. Der Puls in Linien dargestellt. (Kurven, mit Ludwig's Kymographion erhalten.

Man mißt den Blut-Druck und die Veränderungen desselben mit jenem (schon auf Seit 152 beschriebenen) Instrumente, welches kleine Bewegungen und Zeiteinheiten in Linien wiedergibt. — Der regelmäßige Puls: Fig. 290 a gibt gleichmäßige Erhebungen und Senkungen, welche beim langsamen Puls b breiter werden (3 von b haben die Zeitdauer wie 5 von a); — wenn der Puls aussetzt, was in Krankheiten, Entwicklungszeiten, Greisenjahren, nach längerem Fasten, großen geistigen Anstrengungen u. s. w. vorkommt, so bleibt der Druck unverändert c und daher die Linie gerade. — Beim Athmen nimmt während jeder Ausathmung de der Druck zu, und vermindert sich während des Einathmens ef und der dabei stattfindenden saugenden Erweiterung des Brustkorbes (Seite 727). Beim Hunde steigert sich der Druck während

der Ausathmung g h sehr erheblich und läßt ebenso nach beim Einathmen h i. — Welche Nachtheile durch Druck auf den Unterleib für den Blutumlauf hervorgerufen werden, zeigt das lange Aussetzen des Pulses m nach hastiger Einathmung; — eine beredte Warnung gegen „Schnürleib" und vieles „Sitzen"!

Die Dauer des ganzen Kreislaufes, das heißt die Zeit, welche verfließt, bis das aus einer Herzkammer herausgepreßte Blut wiederum durch den Vorhof in die Kammer zurückkehrt, ist abhängig von der Länge des ganzen Gefäßsystems und von der Geschwindigkeit des Blutumlaufs. Im Allgemeinen dauert daher der je einmalige Blutumlauf bei größeren Personen und Thierarten länger. Man kann die Zeit des Blutumlaufs messen, wenn man in ein Blutgefäß, z. B. in eine nach dem Herzen hin laufende Blutader, eine Flüssigkeit einspritzt, welche der Blutmischung keinen wesentlichen Nachtheil bringt, deren Vorhandensein man aber durch bestimmte chemische Reaktionen nachweisen kann; öffnet man nun gleichzeitig eine andere benachbarte Blutvene, so enthält das aus dieser herausfließende Blut anfangs nichts von der betreffenden Flüssigkeit; sobald jene Flüssigkeit aber nachweisbar wird, hat sie also den ganzen Blutkreislauf mitgemacht und ist in der Nähe der Stelle wieder angekommen, wo sie in das Blut gespritzt wurde. — Auf diese Weise erfuhr man, daß die Kreislaufszeit (des großen Kreislaufes) beim Pferde 31½ Sekunde, beim Menschen 23$^{1}/_{10}$ Sekunde, beim Hunde 16$^{7}/_{10}$ Sekunde, beim Kaninchen 7$^{4}/_{10}$ Sekunde beträgt. Wenn durch Krankheit oder aus anderen Ursachen die Pulszahl sich vermehrt, so wird dadurch nicht immer die Blutgeschwindigkeit gleichzeitig gesteigert, sondern im Gegentheil zuweilen verlangsamt.

Da die Schichten der unwillkürlichen Muskelfasern, welche in den Wänden der Arterien und Venen sich finden, unausgesetzt die Gefäße verengern, also sich zusammenziehen, — da, wie wir früher gezeigt haben, jede Zusammenziehung eines Muskels durch den zu ihm gehenden Nerven verursacht wird, — so geht hieraus hervor, daß auch die Blutgefäße mit Nerven versorgt werden müssen. Die Gefäßnerven sind Fäden des sympathischen Nerven, und ihr Einfluß ist auf Zusammenziehung oder Erweiterung der Gefäße von großem Einflusse; daher kommt es, daß wir selbst durch in unserem Hirn gebildete Vorstellungen schnell Zusammenziehungen oder Erweiterung der Gefäße und damit Blutarmuth oder Blutfülle in einzelnen Theilen veranlassen können, z. B. Erblassen des Gesichtes

oder Schamröthe. — Wenn die Blutgefäße sich ausdehnen, so nimmt die Geschwindigkeit des Blutstromes ab und der Druck in gleichem Maße zu; in den kleinsten Haargefäßen entsteht durch diese Verlangsamung und den gleichzeitigen Druck des Blutes gegen die Wände zuweilen Stillstand, Blutstockung, »Stasis« genannt, welche in sehr vielen Krankheiten von Wichtigkeit ist, ja oft den eigentlichen Krankheitszustand darstellt. —

Die Pflanzen entbehren einer mechanisch wirkenden Kraft, wie sie die thierischen Organismen in dem Pumpwerke ihres „Herzens" besitzen. Nichtsdestoweniger rückt der Saft in ihnen vorwärts, fließt die von den Wurzeln aufgesogene Feuchtigkeit aufwärts nach den Blättern und Blüthen. Namentlich ist das Saftaufsteigen zur Frühlingszeit in den Bäumen auffällig durch die große Menge der Flüssigkeit, welche in Bewegung gesetzt wird. Man hat seit der Zeit, seit welcher Physik und Chemie soweit vorgeschritten waren, daß man ihr Beobachtungsmaterial zur Erläuterung dieser Vorgänge benutzen konnte, hauptsächlich drei Ursachen der Saftaufsteigung erkannt. Die eine, durch Experimente nachgewiesen und sichergestellt, beruht in der Ausgleichung zwischen zwei Flüssigkeiten von verschiedenem Dichtigkeitsverhältniß, welche wir bereits früher (S. 17) ausführlicher darlegten. — Die andere erkannte man in der sogenannten Haarröhrchen-Kraft, d. h. in der Erscheinung, daß in engen Röhren mittelst der Benetzbarkeit (Adhäsion) ihrer engen Wandungen eine von der einen Seite eindringende Flüssigkeit allmälig vorrückt, bis die Röhre gefüllt ist, und dann durch die Anziehungskraft (Attraktion) der benetzbaren Wände auf die Flüssigkeit festgehalten wird; — die dritte beruht in dem Verluste der Flüssigkeit durch Verdunstung am oberen Ende, also in den Blättern, und im Nachrücken zum Ersatz der verlorenen Flüssigkeit innerhalb der starren Wandungen am unteren Ende, also von den Wurzeln aus mittelst des Druckes, welchen die atmosphärische Luft auf die im Boden befindliche Flüssigkeit ausübt. — Bei dem letzterwähnten Vorgange spielt die Elastizität der Zellen eine vermittelnde Rolle. Wenn eine unmittelbar an die Luft angrenzende Zelle (also etwa eine Zelle in einem Blatte) in ihrem Innenraume wasserärmer wird, so wird sie auch etwas kleiner und hat in ihrem Innenraume weniger Druck; die Nachbarzelle dagegen, von welcher nicht Flüssigkeit verdunstet ist, strotzt noch gerade so wie früher in ihrer Ausfüllung und hat nun in ihrem Innenraume gegenüber der Nachbarin einen viel stärkeren Druck, wobei die Spannungsverhältnisse des zwischen beiden Zellen liegenden Stückes der Zellhaut solche werden, daß in Folge der Elastizität der Zellhaut Wasser in die erste Zelle hinübergepreßt wird. So setzt sich diese Erscheinung fort von jeder oberen Zelle zu der zunächst niederen, und so kann schließlich die Wasserströmung durch die ganze Pflanze hin stattfinden. Die einzelnen „Pflanzenzellen" der weichen Substanz der Pflanze bilden also eine große Anzahl kleiner „Herzen" (wenn man dies so ansehen will), die aber nicht wie das thierische Herz pumpend, also auch die Flüssigkeit drückend und diese verschiebend, wirken, sondern die vielmehr durch Saugkraft die unterliegende Flüssigkeit in Bewegung setzen, und

welche diese Bewegung durchführen mit Hilfe der starren Wandungen der unter ihnen befindlichen Haarröhrchengefäße. — Man erkennt hieraus, wie nothwendig für die Pflanzen die „Blätter" sind, und weßhalb ein der Blätter beraubter Baum unfähig ist, zu wachsen und zu gedeihen, solange er nicht neue Blätter gewinnt. In ihren Blättern besitzt die Pflanze nicht nur die verdunstende Oberhaut, nicht nur Lungen, durch welche sie Gase einsaugt und von sich gibt, sondern auch das wirksamste Mittel für die Saftbewegung. —

Auch beim Menschen findet wenigstens in einzelnen Organen eine Bewegung der von den feinsten Blutgefäßen ausgesonderten Flüssigkeit statt, welche, wenn nicht mit der „Saftbewegung der Pflanzen" völlig übereinstimmend, so doch wenigstens ihr sehr ähnlich ist. Die dicke Schicht unserer Oberhaut (Epidermis) ist bei gesunden kräftigen Menschen auf der äußeren Fläche nicht trocken, obwol sie hier aus bereits abgestorbenen, zu einem hornartigen, durchscheinenden Gebilde sich zusammenfügenden Zellen besteht; die Ursache liegt nur darin, daß die unter ihnen im Inneren des Körpers befindliche Feuchtigkeit langsam in sie eintritt, d. h. wie bei den Pflanzen auf dem Wege der Verdunstung von innen nach außen gezogen wird. An vielen anderen Körperstellen dringt die Flüssigkeit auch in den zwischen den Zellen sich ergebenden kleinen Zwischenräumen vor, wie dies namentlich da der Fall ist, wo die Zellen harte steife Wandungen haben, wie z. B. in der Hornhaut des Auges, oder wo der Einfluß der Verdunstung ausgeschlossen ist, wie z. B. im Glaskörper, der im Inneren des Auges und von der Hohlkugel desselben umschlossen sich befindet.

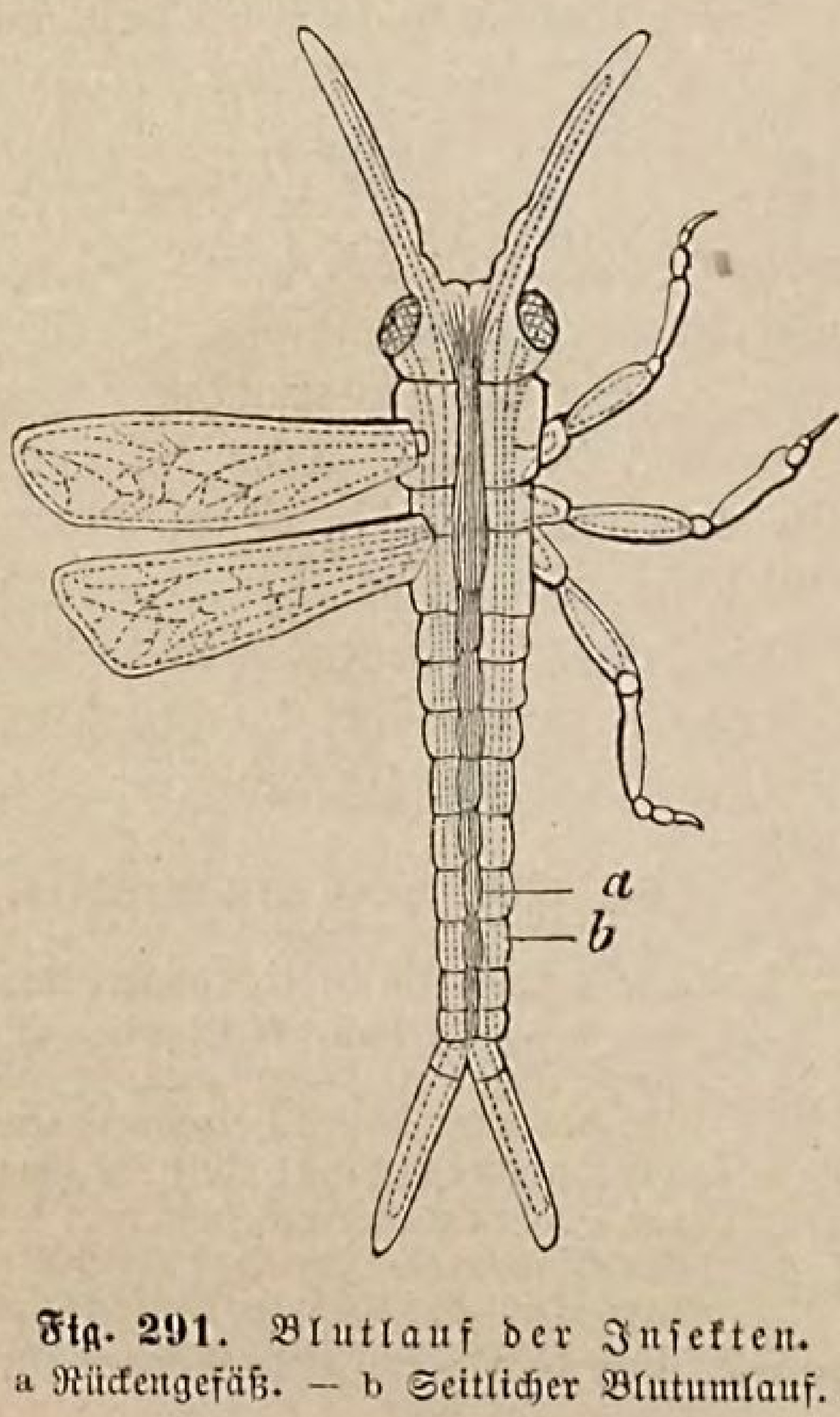


Fig. 291. Blutlauf der Insekten.
a Rückengefäß. — b Seitlicher Blutumlauf.

Bei einzelnen Thieren finden wir eine Art Blut-Kreislauf mittelst Druck auf die Blutflüssigkeit und Vorwärtsdrängen derselben, — nebst dem Strömen zwischen und durch die Zellen wie bei der pflanzlichen Saftbewegung, — mit einander verbunden. — Einen solchen, was die „Blutgefäße" anbelangt, unvollständigen Kreislauf zeigen die Insekten (Fig. 291). Wir suchen vergeblich nach Arterien, nach Venen oder nach einem Herzen. Die Stelle des letzteren nimmt ein in der Mittellinie des Körpers über den Verdauungsorganen gelegenes „Rückengefäß" ein, welches gleich einem Herzen „pulsirt", d. h. in ziemlich regelmäßigen Zeitabschnitten sich zusammenzieht, wobei die im Inneren des Gefäßes befindlichen feinen Hautklappen das Blut nöthigen, von hinten nach vorn zu strömen, so daß das Rückengefäß an seinem hinteren Theile einsaugt,

vorn aber die Ernährungsflüssigkeit ausströmen läßt, die sich nun in den Zwischenräumen zwischen den Organen und auch zwischen deren einzelnen Zellen verbreitet, und allmälig in Bogen nach dem hinteren Theile des Rückengefäßes zurückkehrt; dann beginnt es von Neuem seinen Kreislauf, welcher durch Bewegungen des Thieres beschleunigt, durch dessen Ruhe verlangsamt wird.

Während bei den Insekten die freien Räume, in denen das Blut fließt, mehr durch den Zufall der Entfernung der einzelnen Organe von einander gegeben sind, finden wir sie bei den Krebsen und auch bei einigen Fischen vollständig vorgebildet und durch besondere Häute begrenzt. In der vereinfachten Darstellung vom Blutlaufe des Hummers (Fig. 292) sehen wir oben fast in der Mitte

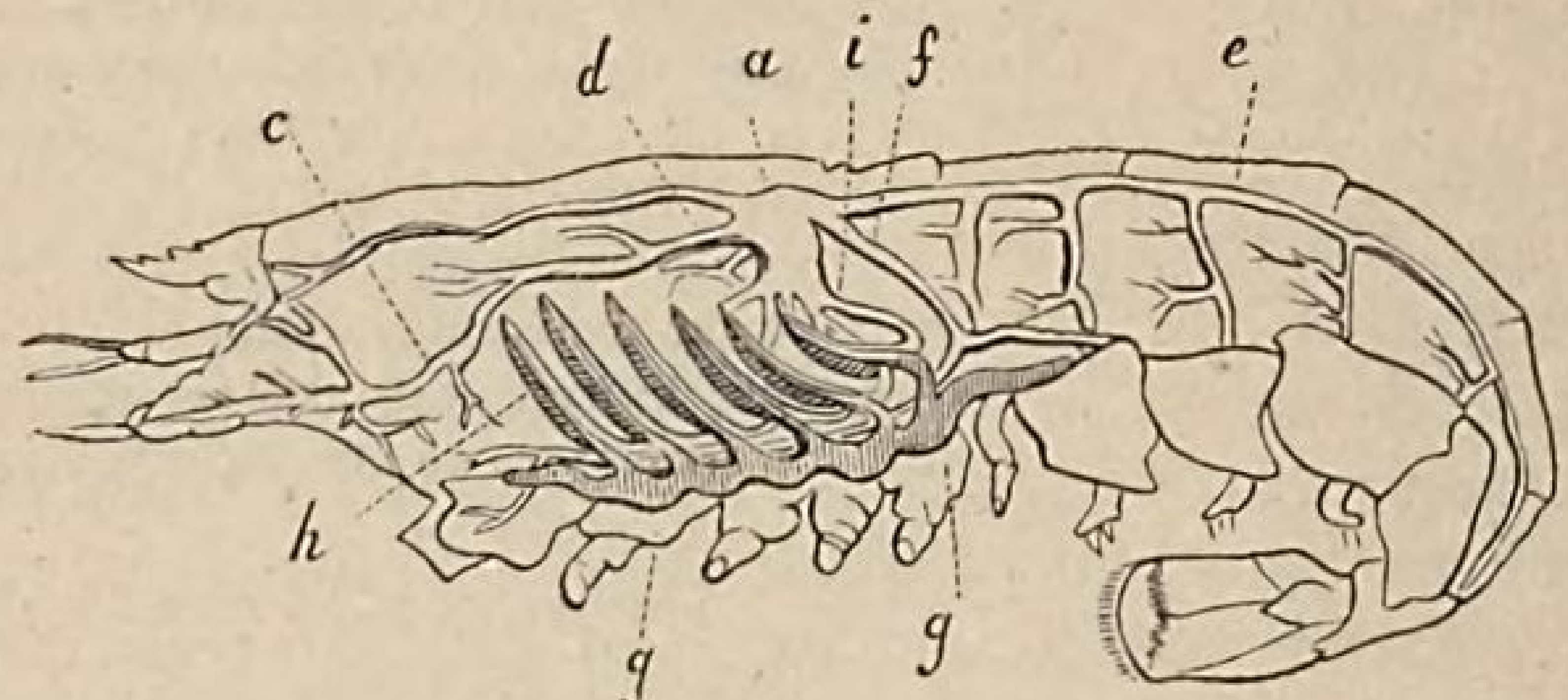


Fig. 292. Blutlauf des Krebses (Hummer).
a Herz. — c, d, e, f Arterien, welche vom Herzen zu den Fühlhörnern, zur Leber, zum oberen und unteren Theile des Bauches abgehen. — g Venen, in die das Blut aus den Luftzellen einfließt, und welche es zu den Kiemen hinführen. — h Kiemen. — i Venen der Kiemen, in denen das Blut zum Herzen gelangt.

des Thieres das Herz (a), von welchem Pulsadern (c, d, e, f) zu den Fühlhörnern, zur Leber, zum oberen Theile des Bauches sowie nach unten verlaufen. Sie vereinigen sich in der Nähe der Beine und unmittelbar unter und neben den Kiemen zu weiten Venen (g, g), durch senkrechte Striche kenntlich gemacht, und führen das in den Kiemen durch die Athmung veränderte Blut in das Herz zurück. Das Herz der Krebse (Fig. 293) besteht aus einem einzigen Hohlraume und ist im Inneren ähnlich durch feste Fleisch-Balken oder Muskeln (Trabekeln) versehen, welche es für seine schwere Arbeitsleistung fähig machen.

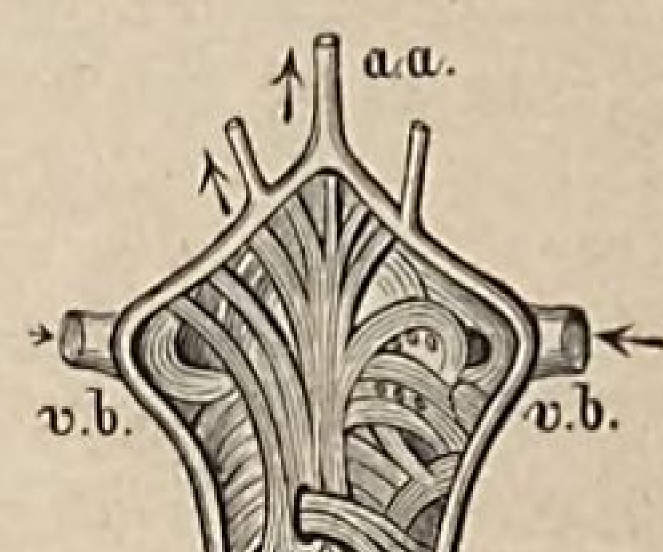


Fig. 293. Herz des Krebses, geöffnet.
a. a. vordere Aorta, a. p. hintere Aorta, — v. p. Venen der Kiemen. Die Pfeile zeigen die Richtung an, in welcher das Blut in das Herz hinein oder aus ihm heraus fließt. Auf der inneren Fläche des Herzens sieht man den Muskelapparat, welcher gleichzeitig dazu dient, das Herz zu bewegen und ihm größere Festigkeit zu verleihen.

Ueberblicken wir den Kreislauf des Krebses von oben (Fig. 294), so sehen wir, wie von demselben die Arterien nach vorn und nach hinten abgehen, sich vielfach verzweigend, während von beiden Seiten die (in der Figur

abgeschnittenen) Venen aus dem Kiemen-Apparate das Blut in's Innere des Herzens zurückführen.

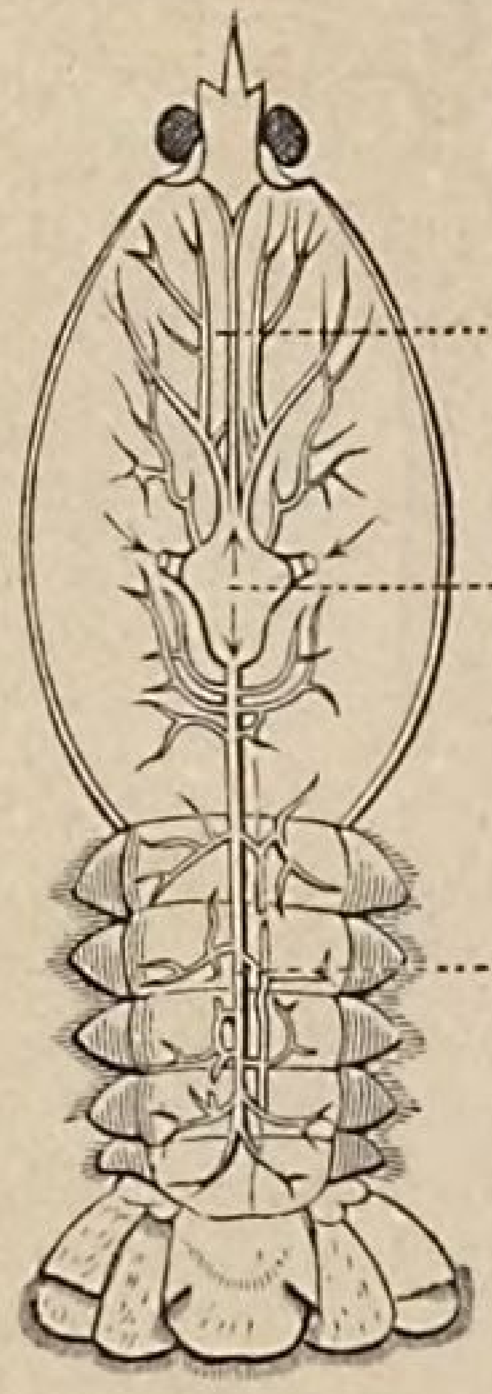


Fig. 294. Blutlauf des Flußkrebses. a.a. Vordere Aorta und ihre Verzweigungen. — c. Herz. — a.p. Hintere Aorta und deren Verzweigungen.

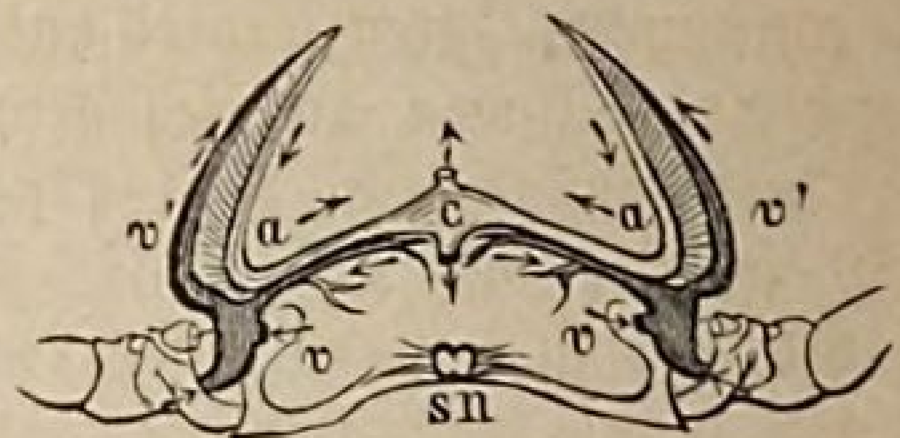


Fig. 295. Schema des Blutumlaufes beim Krebse. a.a. Venen der Kiemen, welche das mit Sauerstoff versehene Blut nach dem Herzen leiten. — c. Das Herz, durch dessen Zusammenziehungen das Blut in die vordere und hintere Aorta gelangt. — s.n. Stelle des venösen Sinus im Bauche. — v.v. Venen, welche das Blut aufnehmen, nachdem es zur Ernährung gedient hat. — v.v. Verlängerung dieser Venen, nach den Kiemen hin das Blut leitend, wo es mit Sauerstoff versehen wird.

Nunmehr wird eine vereinfachte Darstellung den Blutlauf des Krebses im Querschnitt (Fig. 295) leicht verständlich machen. Wir finden auch hier wiederum im Mittelpunkte das Herz (c), welches ebenso nach oben und unten wie nach vorn und hinten in Arterien Blut entsendet. Dieses sammelt sich theils in den venösen Sinus der Baucheingeweide (s.n.), theils in den venösen Raum der Kiemen (v.v.), um durch a.a., die eigentlichen Kiemenvenen, in das Herz zurückzukehren.

Nur einige wenige Fische haben ähnliche Hohlräume, welche zum Theil so schön gestaltet sind, daß sie den Namen des „Wundernetzes" erhalten haben. Bei der Mehrzahl der Fische entspricht der Blutumlauf im Wesentlichen dem der Vögel und Säugethiere, nur daß in Beziehung auf das Herz zwischen diesen drei Thierklassen ein Unterschied besteht. Das Schema des Blutkreislaufes der Fische (Fig. 296) stellt sich viel einfacher dar, als das des Menschen. Wir sehen in den allgemeinen Venen das aus dem Körper kommende Blut (a) in die einzige Vorkammer (b), welche das Herz hat, gelangen, und aus dieser in die einzige Herzkammer (c), welche es in Arterien oder Pulsadern (d) weiter pumpt, so daß es in die feinen Haargefäße der Kiemen (i) sich vertheilen kann; hier gelangt es mit der im Wasser befindlichen Luft in Berührung, und vereinigt sich nun erst in (e.h.) die Aorta, aus welcher die Blutgefäße und feinen Haargefäße des Körpers (i) hervorgehen, aus denen es dann wieder in die große Vene (a) eintritt. — Das Herz der Fische besteht also nur aus zwei Höhlen: einer Herzkammer und einer Vorkammer, und enthält lediglich das aus dem Körper zurückströmende venöse Blut. Das Herz der

Reptile hat drei Höhlen, nämlich: zwei Vorkammern, deren eine aus der Hohlvene das venöse Körperblut aufnimmt, deren andere aus der Lungenvene das durch das Athmen arteriell gewordene Blut empfängt; beide münden in eine einzige Herzkammer, in welcher das Körper- und Lungen-Blut sich mischt und nun in solchem Zustande aus dem Herzen gleichzeitig in die Lungenarterie und in die Körperaorta eingetrieben wird. Der Körper der Reptile wird also durch ein Blutgemisch aus Venen- und Arterien-Blut ernährt. Für die langsamen Bewegungen und für das träge und niedere Geistesleben der Reptile dürfte dies zum Theil als Erklärungsgrund anzusehen sein. (Bei den Krokodilen hat zwar die Herzkammer eine Scheidewand, so daß das Herz aus vier Abtheilungen besteht, allein die Mischung des arteriellen und venösen Blutes findet durch eine besondere Einrichtung der Arterien in einiger Entfernung vom Herzen statt; bei anderen, z. B. den Fröschen, hilft die Hautathmung das Blut mit Sauerstoff zu versehen.) —

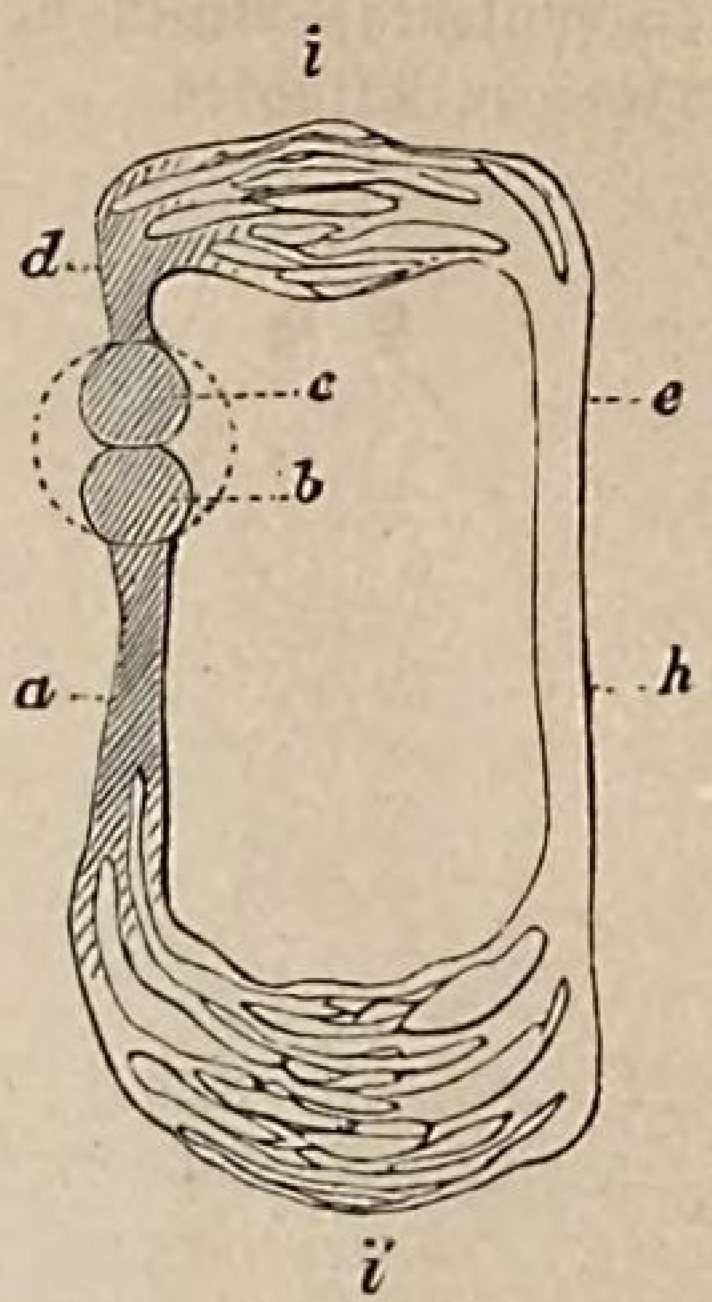


Fig. 296. Schema des Blutlaufes der Fische. a Die allgemeinen Venen oder Blutadern, zum Herzen zurücklaufend. — b Die einzige Vorkammer, den beiden Vorkammern des Menschen und der Säugethiere entsprechend. — c Die einzige Herzkammer an Stelle der zwei bei Menschen und Säugethieren. — d Arterien oder Pulsadern. — i Die feinen Haargefäße in den Kiemen. — e Zusammentreten derselben in ein Gefäß, welches das Blut in h die Aorta leitet. — i' Die Haargefäße im Körper.

Die Vögel und die Säugethiere besitzen, wie der Mensch, zwei von einander völlig unterschiedene Herzhälften, also vier Höhlen, von denen der rechte Vorhof das Venenblut des Körpers erhält, welches er der rechten Herzkammer überliefert; diese pumpt es in die Athemorgane, von denen es nach Durchlaufen des kleinen Kreislaufes in den linken Vorhof und die linke Herzkammer gelangt, um von letzterer in die Aorta hineingepreßt zu werden und dann nach Durchlaufen des großen Kreislaufes wiederum in den rechten Vorhof zu gelangen.

Bei diesem Umlaufe durch Körper und Lungen wird das Blut verändert: das hellrothe Blut wird dunkel und das dunkel gewordene wird wiederum hell. Weil in den Arterien des großen Kreislaufs hellrothes Blut, in den Venen dunkles fließt, unterscheidet man beide und nennt das erste „arterielles“, das zweite „venöses“ Blut. Die Farbenveränderung des Blutes wird durch die Athmung bewirkt.

Das Athmen.

[Das Lungenathmen. — Die Athembewegungen. — Rippen. — Lage der Brusteingeweide. — Athmungsmuskeln. — Zahl der Athmungen. — Luftwege. — Die Lunge ist Vorrathskammer für Luft. — Nerven-Einfluß. — Ursache des Bedürfnisses nach Luft. — Gaswechsel. — Lunge. — Hautathmung. — Diätetik.]

„Es freue sich,
Wer da athmet im rosigen Licht."
(Schiller, „Der Taucher.")

„Athmung" nennt man denjenigen Vorgang im Leibe der Thiere und Menschen, bei welchem in regelmäßigem Wechsel luftförmige Stoffe in das „Blut" aufgenommen und aus demselben entfernt werden. Dies geschieht theils durch die äußere Haut, theils durch besondere Athmungsorgane. Letztere sind bei dem Menschen die Lungen. Beim regelmäßigen Athmen wird Sauerstoff aus der Luft aufgenommen und werden Kohlensäure und Wasserdunst als Ergebnisse des Verbrennungsprocesses ausgehaucht. — —

Das Athmen ist die für Leben und Gesundheit nothwendigste Verrichtung des Körpers; der erste und der letzte Athemzug bezeichnen die Grenzen des selbstständigen Daseins. Für die meisten Personen ist schon das Unterdrücken des Athmens während einer ganzen Minute mit Lebensgefahr verbunden; geübte Fischer des mittelländischen Meeres, welche Badeschwämme aus dem Meeresgrund herauf holen, sollen 2 bis 3 Minuten unter Wasser bleiben können, doch strömt ihnen dann häufig Blut aus Nase und Mund, sobald sie wieder an die Luft gelangen. In der Regel sind Personen, welche 3 Minuten unter Wasser gelegen haben, nicht wieder in's Leben zurückzurufen. —

Das Lungen-Athmen des Menschen besteht darin, daß die beiden in der Brust befindlichen großen Lungensäcke (Fig. 289) durch die Luftröhre sich mit Luft füllen und diese auf demselben Wege wieder von sich geben. Dies geschieht theils durch Erweiterung und Verengerung des Brustkorbes, theils durch Zusammenziehung und Erschlaffung des Zwerchfells.

Der Innenraum des menschlichen Rumpfes bildet eine große Höhle, welche durch das zwischen Brust und Bauch eingeschobene Zwerchfell in zwei Abtheilungen getrennt wird (Fig. 297). Das Zwerchfell hat ungefähr die Gestalt einer umgestülpten Schüssel; der Boden dieser Schüssel besteht aus Sehnenhaut, die Wand wird durch Muskelfasern gebildet. Auf dieser sehnigen Mittelscheibe des Zwerchfells ruht das Herz auf. Wenn nun die Muskelfasern, welche die Wände der Schüssel bilden, sich zusammenziehen, das heißt sich verkürzen, so muß dadurch die Schüssel flacher werden, und da die Muskelfasern ringsum an der Innenfläche des Rumpfes befestigt sind (also der Rand der Zwerchfellschüssel angewachsen ist), so muß, wenn bei der Zusammenziehung der Muskeln der Schüsselboden dem Rande sich nähert und die Schüssel flacher wird, der mittlere Theil des Zwerchfells nach unten gezogen werden. — Diese Bewegung findet beim „Zwerchfell-Athmen" statt. Beim Einathmen verflacht sich die Wölbung des Zwerchfells; der mittlere Theil desselben steigt herab; hierdurch wird der Innenraum der Brusthöhle in der Richtung von oben nach unten vergrößert. Beim Ausathmen lassen die Muskelfasern des Zwerchfells nach, der mittlere Theil desselben steigt in die Höhe: hierdurch wird der Innenraum in der Brusthöhle in der Richtung von unten nach oben verkleinert.

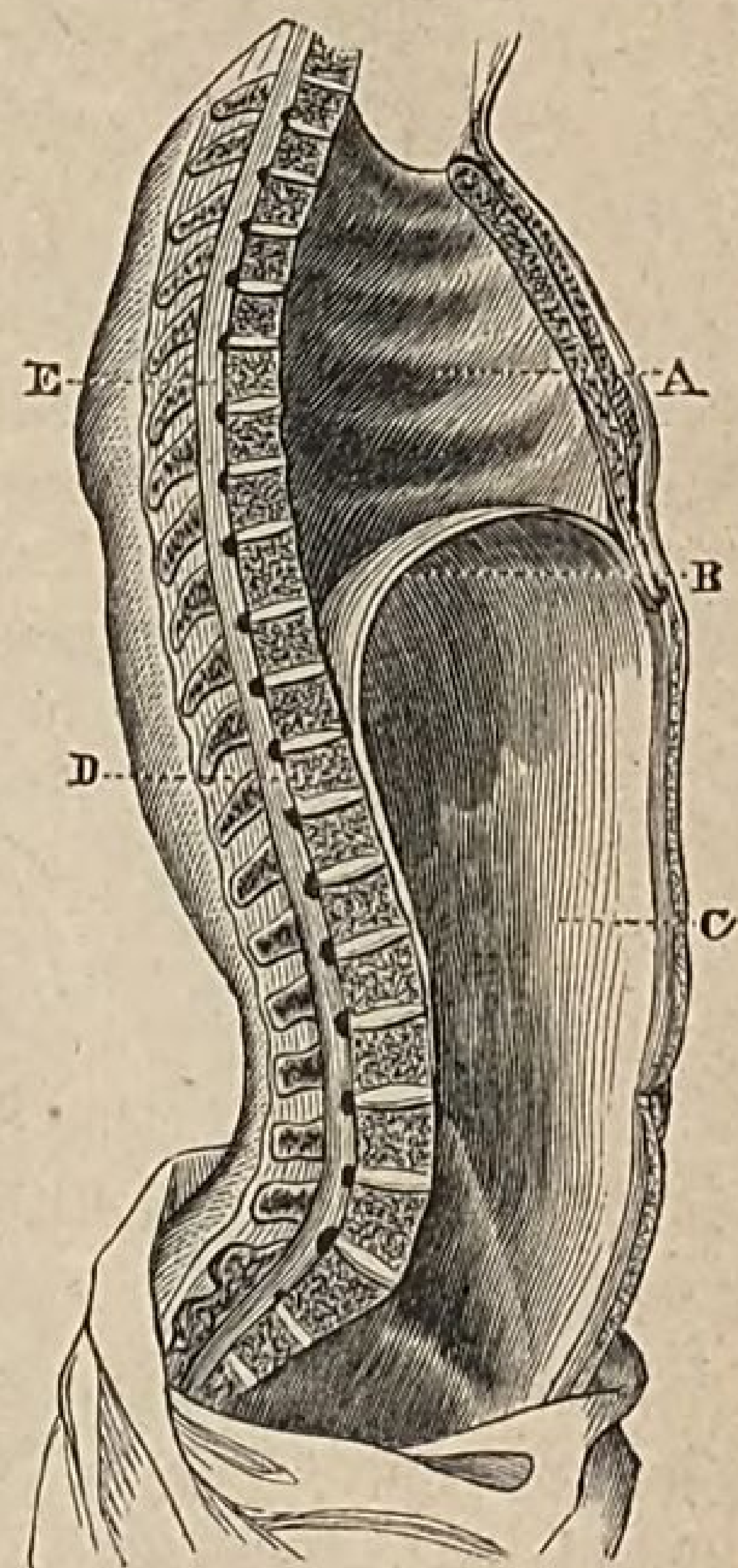


Fig. 297. Längs-Durchschnitt des menschlichen Rumpfes.

A Brusthöhle. — B Zwerchfell. — C Bauchhöhle. — D E Durchschnittene Wirbelsäule.

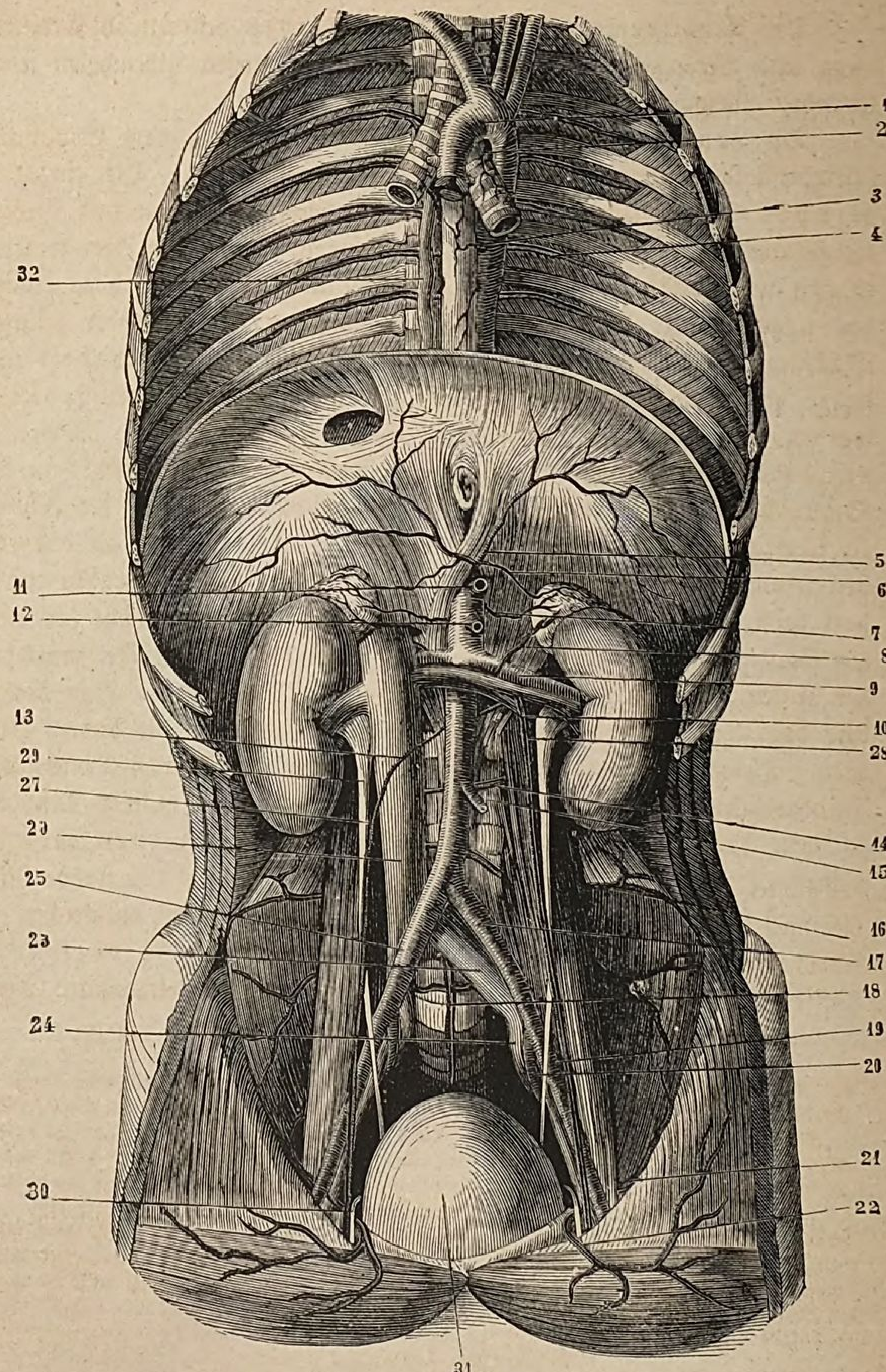


Fig. 298. Brusthöhle, Zwerchfell und Bauchhöhle.

Die Athembewegungen des Brustkorbes bestehen in Erweiterung und Verengerung desselben, wie wir beim tiefen Athemholen jedes lebenden Menschen sehen können.

Die Lungen liegen im Innern des Brustraumes, vom Brustkorbe (Wirbelsäule, Rippen, Brustbein) rings eingeschlossen. Die einzelnen Rippen sind gekrümmte Knochen sehr verschiedener Form und Größe, welche aber darin mit einander übereinstimmen, daß sie mit ihrer Krümmung nach unten und außen gerichtet sind, so daß sie sich zu einander ungefähr wie die freien runden Ränder der über einander gelegten Dachziegel verhalten. — Wenn nun die Rippen etwas gehoben und dabei gleichzeitig um ihren vordern und hintern Ansatzpunkt gedreht werden, — so muß ihre Krümmung nach außen hin höher rücken, so daß dadurch der von ihnen umschlossene Raum der Brusthöhle in der Querrichtung weiter wird. — Um sich von dieser Wirkung der Rippen zu überzeugen, nehme man ein Buch so in beide Hände, daß an den beiden schmalen Seiten das Buch von den beiden Händen getragen wird; das heißt, man legt die eine schmale Seite auf die Innenfläche der rechten Hand und drückt oben den Daumen darauf; ebenso verfährt man mit der linken Hand an der entgegengesetzten Seite des Buches. Nun drehen wir das Buch; auf der uns zugewendeten Seite liegen die beiden Daumen. Heben wir jetzt mit etwas nach unten gekrümmten Armen und Handgelenken das Buch in die Höhe bis in die Höhe unseres Mundes, so stellt das erhobene „Buch" ein Stück des Brustbeines dar, die beiden „Hände und Handgelenke" sind die Knorpelstücke, welche Rippen und Brustbein mit einander verbinden, die „Arme" entsprechen in ihrer Krümmung den Rippen und die „Brust" der Wirbelsäule. Heben wir nun die zu beiden Seiten herabhängenden gekrümmten Arme

---

Fig. 298. 1 Aorta mit dem Bogen, der sich nach hinten und links über 2 den linken Zweig der Luftröhre herumschlägt. — 3 Speiseröhre und deren Blutgefäße. — 4 Arterie und Vene zwischen den Rippen verlaufend. — 5 Pulsader der untern Seite des Zwerchfells. — 6, 7, 8 Pulsadern, welche zu dem nervenreichen Organe der Nebenniere gehen. — 9 Nierenarterie. — (10 Arteria spermatica sinistra, und 13 dextra.) — 11 Eingeweidepulsader abgeschnitten (Arteria coeliaca). — 12 Obere, 15 untere Gekröspulsader (A. mesenterica). — 14 Lendenpulsader (A. lumbalis), und Vene. — 16 Hüftlendenpulsader (A. ileo-lumbalis). — 17 Hauptbeckenpulsader (A. iliaca primitiva). — 18 Mittlere Kreuzpulsader. — 19 Aeußere und 20 innere Beckenpulsader. — 21 Uebersteigende Beckenpulsader. — 22 Untere Bauchdeckenpulsader (A. epigastrica). — 23 Linke Hauptvene des Beckens. — 24 Innere Beckenvene, — 25 rechte Hauptbeckenvene. — 26 Untere Hohlvene. — 27 Vena spermatica dextra. — 28 sinistra. — 29 Harnleiter. — 30 Canalis deferens. — 31. Harnblase. — 32 Vena azygos.

mit den Ellenbogen in die Höhe, während wir das Buch auf derselben Stelle lassen, so machen wir dadurch die Bewegung der Rippen beim Einathmen nach und erweitern sichtlich den von ihnen mit Brustbein und Wirbelsäule eingeschlossenen Raum, — verengen denselben aber, sobald wir die Rippen, das heißt die Arme, wieder herabbewegen.

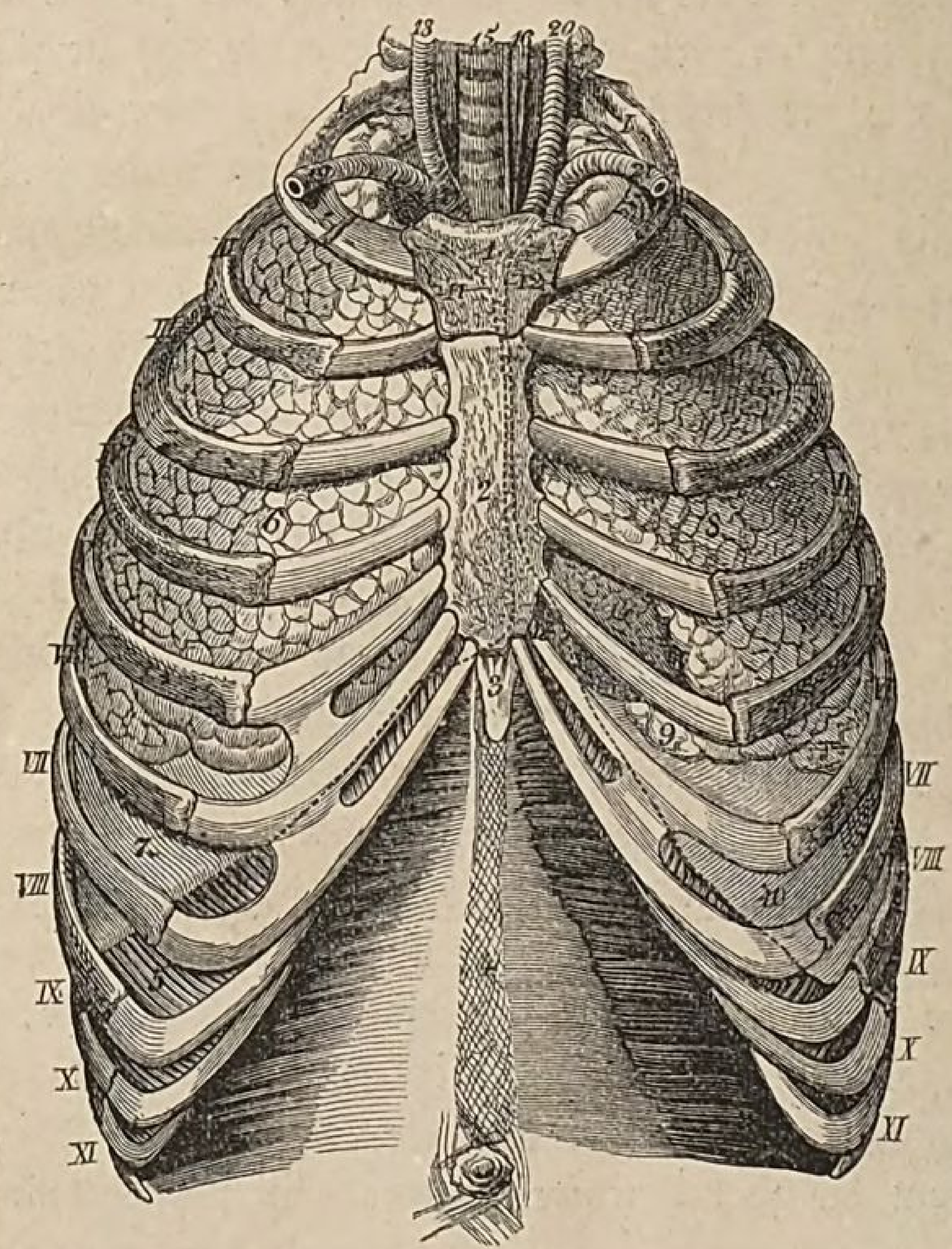


Fig. 299. Vordere Ansicht des Brustkorbes mit Lungen und Herz in natürlicher Lage, im Zustande der Ausathmung.
(Nach Luschka.)

I bis XII Rippen. — 1 Handhabe, — 2 Körper, — 3 schwertförmiger Fortsatz des Brustbeines. — 4 Querer Bauchmuskel. — 5 Zwerchfell. — 6 Rechte Lunge, und 7 freier Raum zwischen Zwerchfell und Rippe, beim Ausathmen von der Lunge nicht eingenommen. — 8 Linke Lunge. — 9 Kleiner zungenförmiger Fortsatz. — 10 Freier Raum unter der linken Lunge beim Ausathmen. — 11 Vordere Grenze der rechten, und 12 der linken Lunge, durch punktirte Linien angedeutet. — 13 Derjenige Theil des Herzbeutels, welcher vom Lungenfellsacke nicht bedeckt wird. — 14 Herzbeutel vom Lungenfellsacke bedeckt, aber nicht von der Lunge. — 15 Luftröhre. — 16 Speiseröhre. — 17 Arteria innominata. — 18 Rechte, — 20 linke Carotis. — 19 Rechte, — 21 linke Schlüsselbeinpulsader.
(Das Schlüsselbein ist weggenommen.)

Die Rippen bilden mit einander nicht einen cylindrischen Hohlraum, sondern einen nach oben sich verengenden, was Folge ihrer Form ist, denn die erste Rippe ist sehr kurz und stark gekrümmt; die folgenden Rippen sind größer bis zur siebenten, und hierauf nehmen die Rippen wiederum ab, so daß die beiden letzten nicht einmal mehr durch Knorpelansätze mit dem Brustkorbe in Verbindung stehen. Auch die Knorpel ändern ihre Form und werden nach unten zu länger. Die Rippen sind flache Knochenbögen, deren Beweg-

Fig. 300.

1 Die erste Rippe der rechten Seite von oben gesehen. — 2. Die siebente Rippe der linken Seite, die größte, von unten. — 3 Die letzte Rippe der rechten Seite von unten. — 4 Die letzte, viel kleinere der linken Seite von innen.

(Alle Figuren zwei Drittel der natürlichen Größe.)

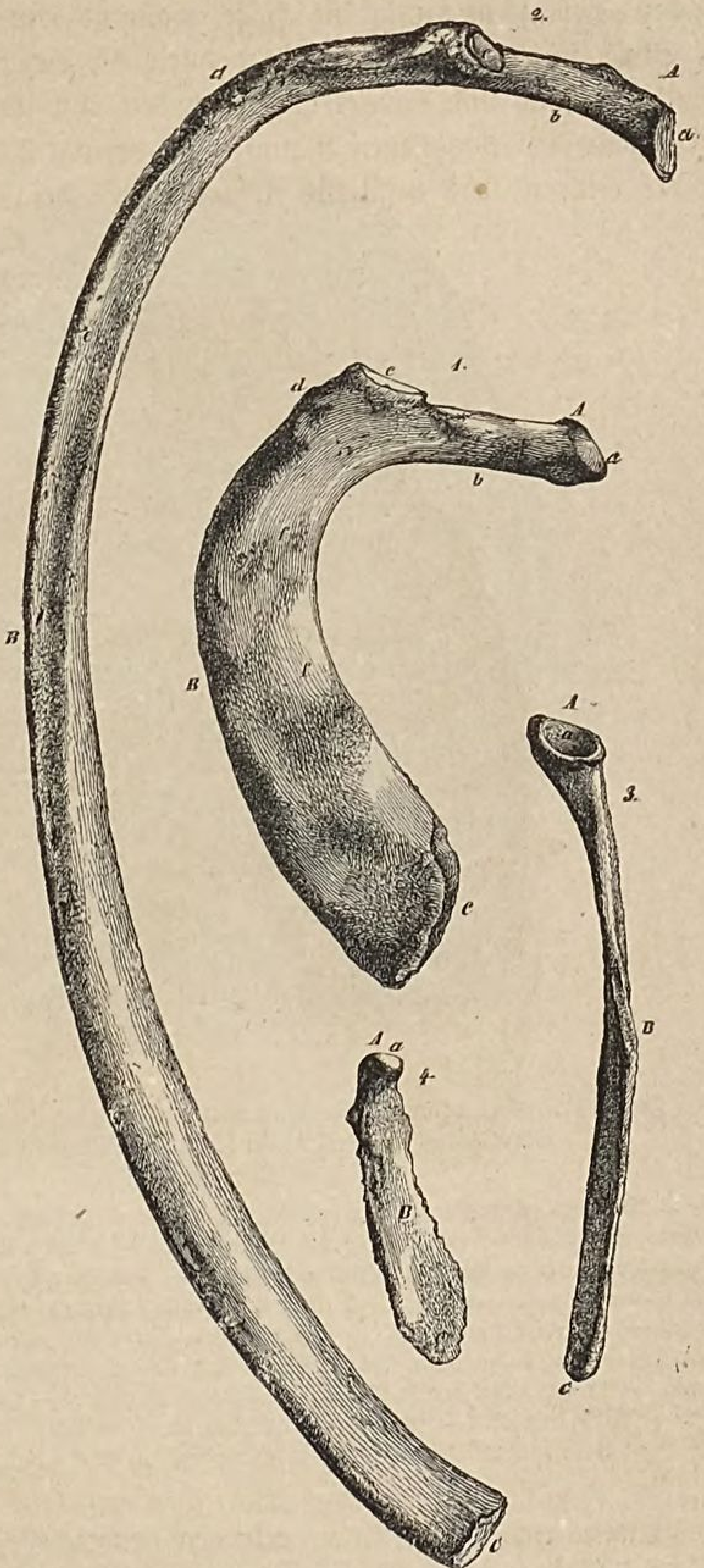


Fig. 300. Gestalt einiger Rippen.

lichkeit vorn die elastischen Knorpel, hinten ein Gelenk zwischen ihnen und der Wirbelsäule ermöglichen.

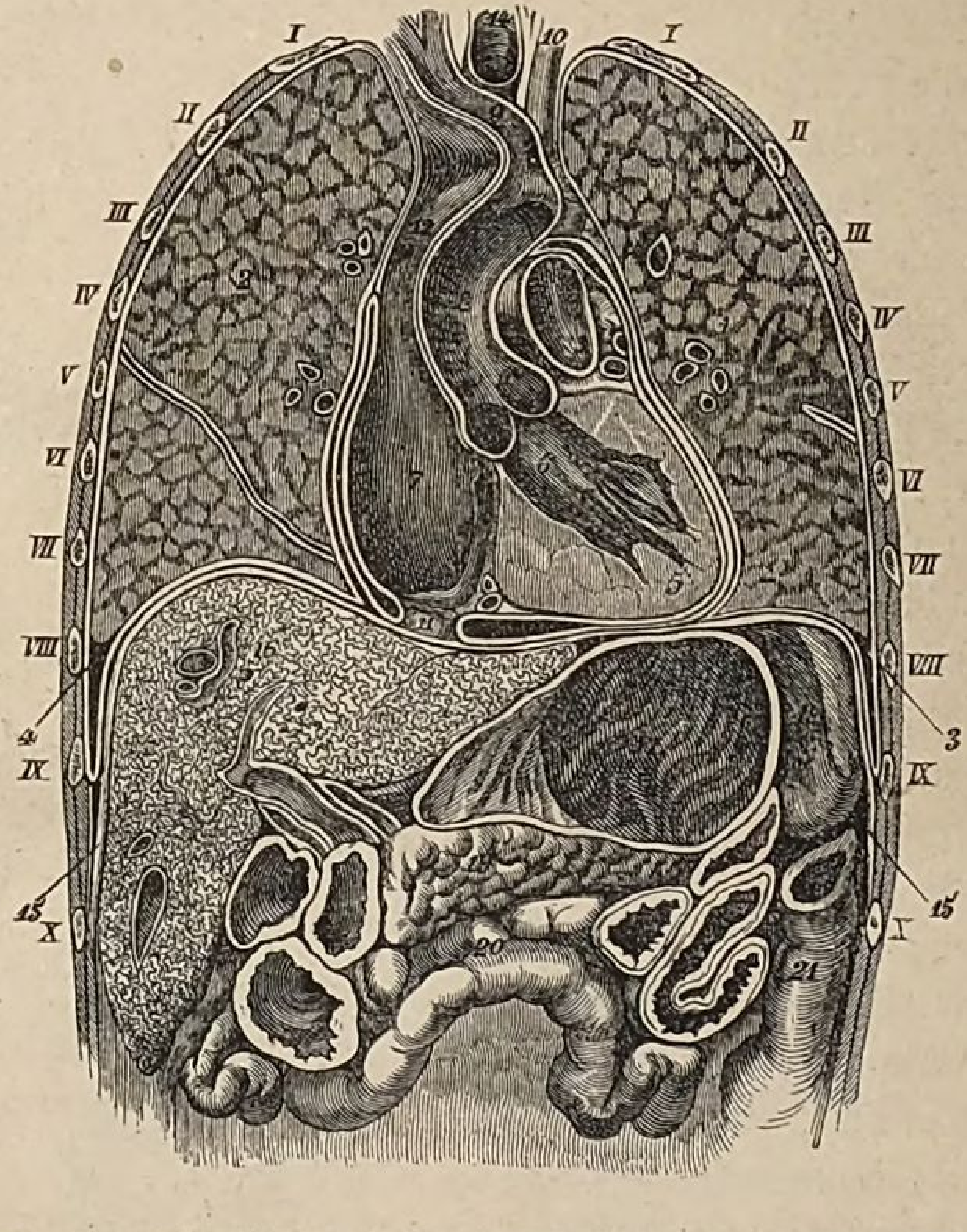


Fig. 301. Durchschnitt durch Brust und Bauch der gefrorenen Leiche eines 40jährigen Weibes, um die Theile in ihrer Lage zu zeigen. (Nach Luschka.)

I bis X Erste bis zehnte Rippe. Der Schnitt ist gerade so geführt, daß er durch die Grenze des Knochens und des Knorpels der zehnten Rippe geht. — 1 Linke Lunge. — 2 Rechte Lunge. — 3 Linker Hohlraum zwischen Zwerchfell und Rippe. — 4 Rechter Hohlraum zwischen Zwerchfell und Rippe (Sinus phrenico-costalis). — 5 Linke Kammer des Herzens. — 6 Ein Theil der zweizipfeligen Klappe. — 7 Rechter Herzvorhof. — 8 Aufsteigende Aorta und deren Klappe. — 9 Die nach rechts abgehende Arteria innominata, welche sich in Carotis und Schlüsselbeinader spaltet. — 10 Linke Carotis. — 11 Brusttheil der Hohlader. — 12 Obere Hohlader. — 13 Lungenpulsader. — 14 Luftröhre. — 15 Zwerchfell. — 16 Leber. — 17 Magen. — 18 Milz. — 19 Bauchspeicheldrüse (Pancreas). — 20 Schlingen des Dünndarmes. — 21 Herabsteigender Dickdarm.

Lungen und Herz füllen mit den großen Gefäßen den Innenraum der Brusthöhle vollständig aus, so daß man beim Längsdurchschnitt einer festgefrorenen Leiche (Fig. 301) den Innenraum auf das genaueste benutzt

findet. Die einzelnen Organe sind, wie in der Bauchhöhle, so auch in der Brusthöhle gleichsam zusammengeschachtelt. Dasselbe nimmt man wahr beim Querdurchschnitte durch die Brust (Fig. 302).

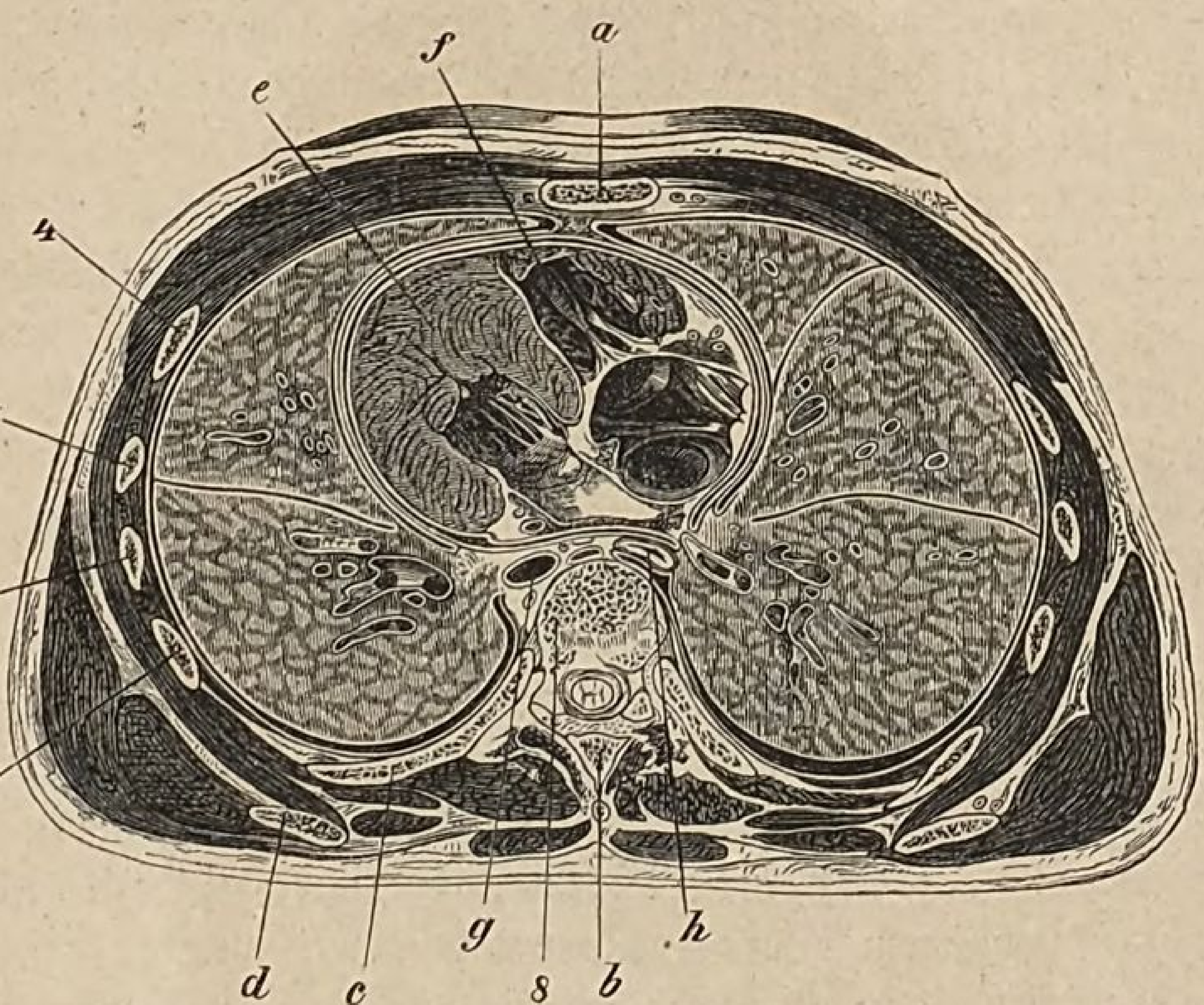


Fig. 302. Querdurchschnitt durch die Brust eines erwachsenen Mannes in der Höhe der Brustwarze an der hartgefrorenen Leiche ausgeführt. (Nach Braune.)

4, 5, 6, 7 Durchschnittene vierte, fünfte, sechste, siebente Rippe. — a Brustbein. — b Wirbelsäule und 8 Körper des 8. Wirbels. — c Schräg durchsägte achte Rippe. — d Unteres Stück des Schulterbeines. — e Muskeln der linken Herzhälfte. — f Innenraum der rechten Herzhälfte mit einem Theile der dreispitzigen Klappe. — g Aorta. — h Speiseröhre.

Wenn daher der Innenraum der Brusthöhle sich vergrößert, indem das Zwerchfell herabsteigt, die Rippen nach außen sich wölben, so wird damit etwas Aehnliches ausgeführt, als wenn wir in einer Spritze den Stempel von vorn nach hinten bewegen, das heißt, die im Innern der Spritze und die im Innern der Brusthöhle befindliche Luft wird verdünnt, wenn die Bewegung schnell ausgeführt wird, weil man für die im Innenraume vorhandene Luft einen größern Raum herstellt; dadurch wird der Luftdruck vermindert, welchen die im Innenraume enthaltene Luft bis dahin ausführt, und welcher bis dahin gleichgroß war wie der Druck der äußern Luft. (Deßhalb kann eine Seifenblase dem äußern Luftdrucke

widerstehen.) Der Druck der äußern Luft wird also stärker und drückt atmosphärische Luft in das Innere der Spritze oder in das Innere des Brustkastens hinein.

Wir sagen freilich unter solchen Verhältnissen, die Luft werde durch die Bewegung des Spritzenstempels oder durch die Athembewegungen eingesogen. In der That liegt aber das Verhältniß anders; wir geben in beiden Fällen dem Druck der äußern Atmosphäre nur Gelegenheit, seine Wirkung zu entfalten, indem wir den Widerstand verringern, welchen er bis dahin fand. — Wir athmen also nicht selbstständig die äußere Luft ein; sondern wir geben ihr nur Gelegenheit, durch ihre eigene Kraft, durch ihr eigenes Gewicht in das Innere der Brusthöhle hineinzudringen. Dasselbe findet statt, wenn wir in eine Spritze Wasser einsaugen: wir ermöglichen der äußern Luft, in die Spritze Wasser hineinzudrängen. Die gleiche Ursache hat die Aufnahme von Flüssigkeit in unsern Mund; wir „saugen“ entweder, indem wir die Zunge in der Mundhöhle von vorn nach hinten bewegen, (genau wie den Stempel einer Spritze) dadurch die Luft im Innern der Mundhöhle verdünnen und den Druck der äußern Atmosphäre befähigen, Flüssigkeit in unsern Mund hineinzutreiben; — oder wir „trinken“, indem wir ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäß unserem Munde nähern und so weit neigen, daß es beginnt auszufließen, aber hieran durch die Lippen unseres Mundes verhindert wird, also diese bedeckt; dann beginnen wir eine „Einathmung“, verdünnen hierdurch die Luft im Innern der Nasen und Mundhöhle, so daß die Flüssigkeit in letztere fließt, und müssen nun durch die bekannten „Schluckbewegungen“ sie schleunigst hinabbefördern in Schlund und Speiseröhre, damit sie nicht in den Kehlkopf gelange. (Deßhalb „verschlucken“ wir uns so leicht beim Sprechen oder hastigen Trinken.)

Die Athembewegungen werden ausgeführt durch die Athemmuskeln. Da die Lunge der Innenwand des Brustkastens genau anliegt, so folgt sie jeder Bewegung der Rippen, erweitert sich also zugleich mit dem Brustkasten. Für gewöhnlich athmen wir nur mit dem Zwerchfell (welches bei seiner Zusammenziehung die Gedärme nach unten drängt, also den Bauch wölbt, — bei der Erschlaffung von den durch die Bauchmuskeln wieder zurückgedrängten, mit Luft elastisch gefüllten Därmen nach oben in die Brust hinein geschoben wird) und mit den äußeren Zwischenrippenmuskeln, welche vom untern Rande jeder Rippe schräg nach vorn zum obern Rande der untergelegenen herabsteigen und von den

(ähnlich verlaufenden) Rippenhebern und Sägemuskeln unterstützt werden beim „Einathmen". Bei der „Ausathmung" dagegen lassen die

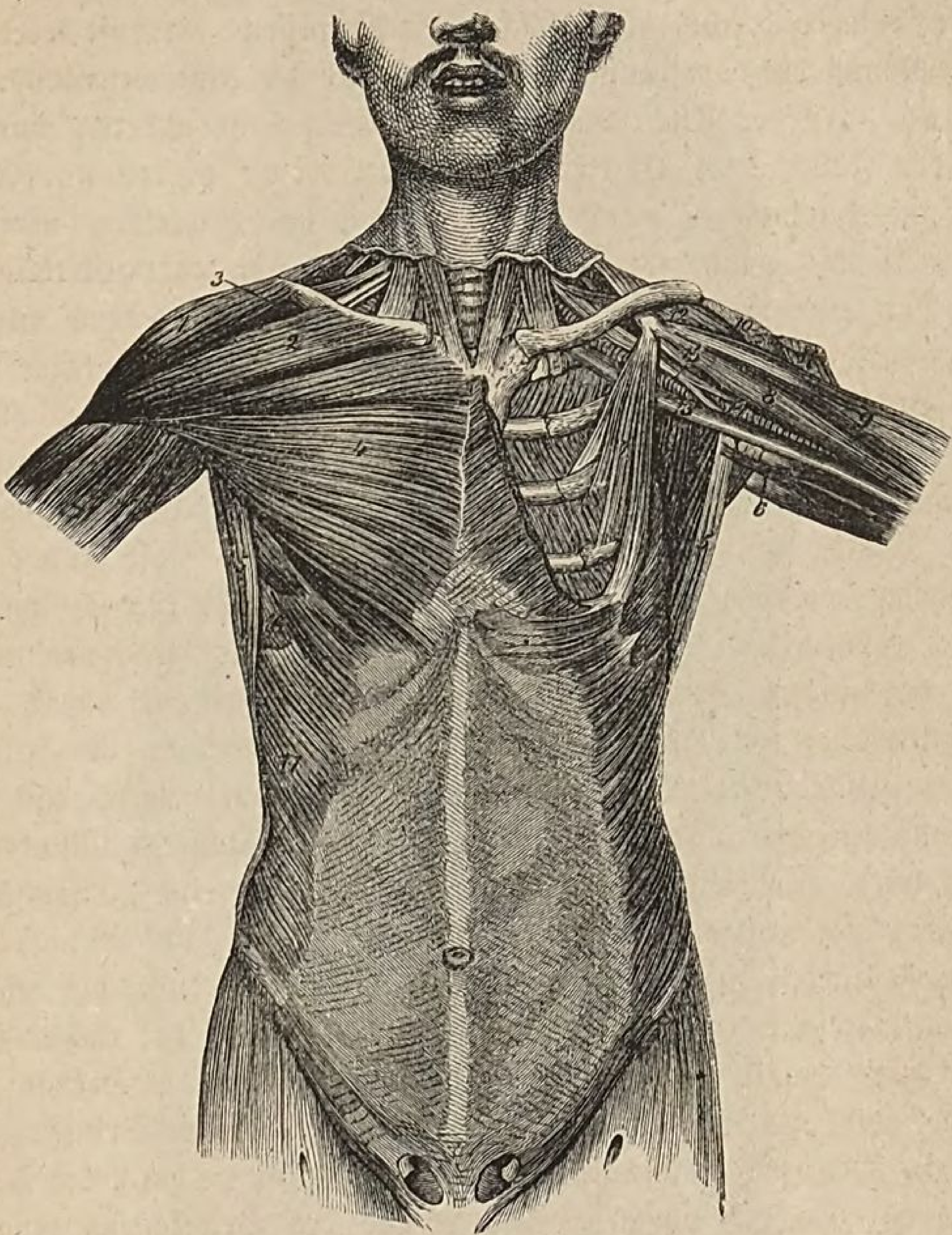


Fig. 303. Die Muskeln an der vordern Seite des Rumpfes.

(Auf der rechten Seite sämmtliche Muskeln; links ist der große Brustmuskel theilweise entfernt.)

1 Dreieckiger Muskel (Musculus deltoideus). — 2 Großer Brustmuskel am Schlüsselbein, und 4 am Brustbein (M. pectoralis major). — 3 Zwischenraum zwischen dem dreieckigen und dem Brustmuskel. — 5 Breiter Rückenmuskel (M. latissimus dorsi). — 6 Verbindung dieses Muskels mittelst einer Sehne mit dem großen Ellenbogenmuskel (M. anconaeus magnus). — 7 Kleiner Brustmuskel (M. pectoralis minor). — 8 Hakenarmmuskel (M. coraco-brachialis). — 9 Zweiköpfiger Armmuskel (M. biceps). — 10 Durchschnittener linker dreieckiger Muskel. — 11 Durchschnittene Sehne des großen Brustmuskels. — 12 Schultergelenkkapsel. — 13 Vene und 14 Arterie der Achsel. — 15 Mittelnerv (Nervus medianus). — 16 Vorderer Sägemuskel (M. serratus anticus magnus). — 17 Schiefer äußerer Bauchmuskel (M. obliquus abdominis externus).

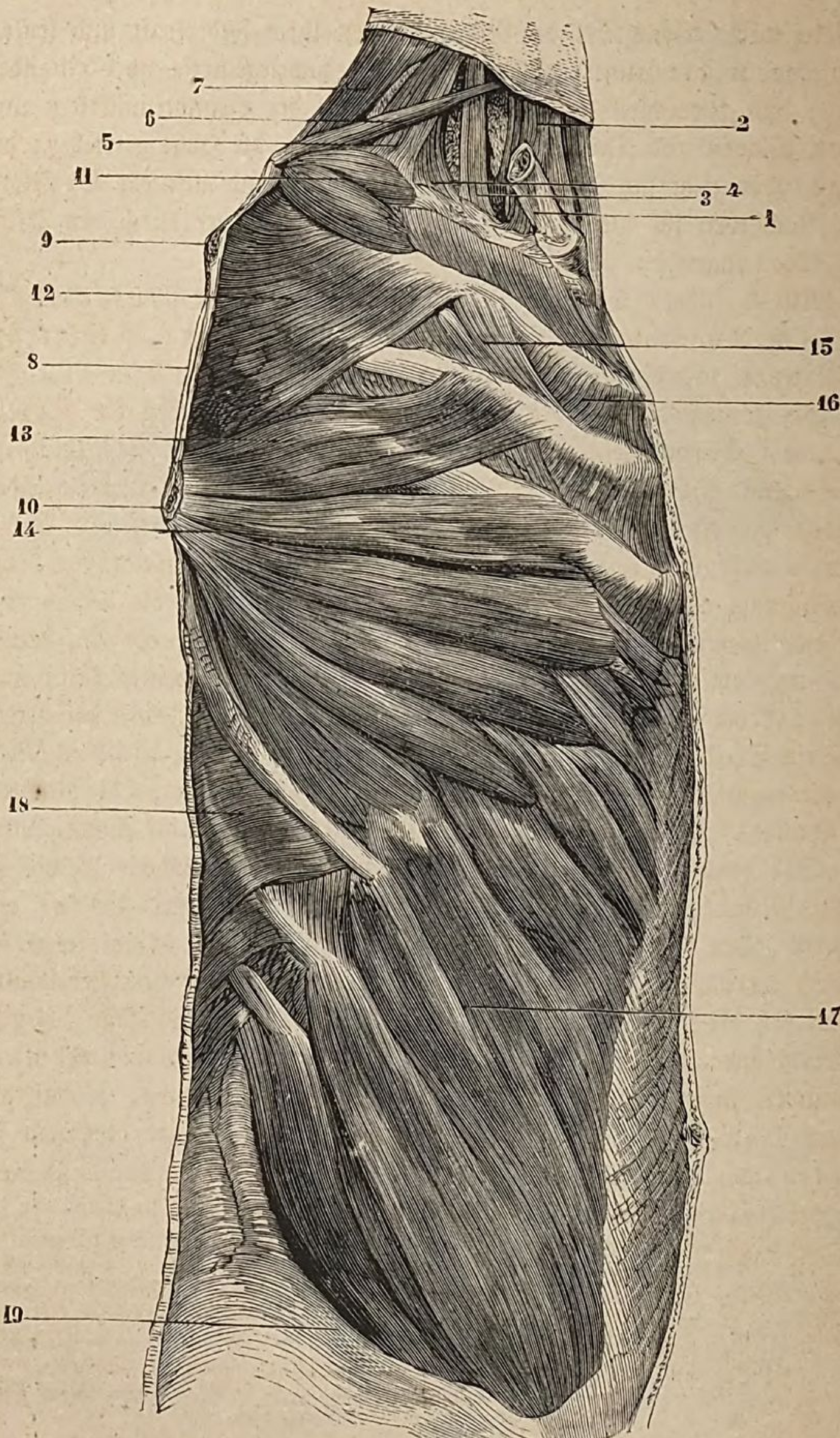


Fig. 304. Muskeln an der Seite des Rumpfes.

Muskeln nach, erschlaffen; die Rippen folgen ihrer Federkraft und senken sich wieder in ihre frühere Stellung herab, dachziegelartig über einander liegend; das Zwerchfell wird durch die Gewalt der Brustbeinmuskeln und der den Magen und Darm ausdehnenden Luft in die Höhe getrieben; die Lunge aber zieht sich selbstständig zusammen, sobald nur der Brustkorb durch Nachgeben ihr dies gestattet, und treibt also selber durch den Druck ihrer Wandungen die in ihr enthaltene Luft aus.

Mithin führen wir nur die Einathmung mit Muskelkraft aus; — die Ausathmung erfolgt ohne unser Zuthun durch die Federkraft der Rippen und die wie eine Kautschukblase sich zusammenziehende Lunge.

Wir können aber auch tiefer einathmen; dann ziehen die Rippenhalter, die Sägemuskeln, der Kopfnicker, die allgemeinen Streckmuskeln des Rückens und die vom Rumpf zu Schulterblatt und Arm gehenden Muskeln die Rippen mit Macht in die Höhe und erweitern den Brustkasten so viel als möglich. — Wenn wir dagegen tief ausathmen, um so vollständig als möglich die Luft auszutreiben, so wirkt die Bauchpresse mit, die inneren Zwischenrippenmuskeln, der dreieckige Muskel des Brustbeins und die Beuger der Wirbelsäule. — Im Allgemeinen kann man sagen, daß die Muskeln des Halses, die an der äußern Fläche der Brust, sowie ein Theil der am Oberarm, Schulterblatt und Rücken gelegenen Muskeln die gewaltsame tiefe Einathmung bewerkstelligen, — dagegen die Muskeln des Bauches und die mehr nach innen gelegenen der Brust die Ausathmung.

Die Zahl der Athmungen beträgt beim Erwachsenen 16 bis 24 in der Minute, kann aber bis 9 sich verlangsamen oder bis 40 vermehren. Der Neugeborene athmet in der Minute etwa 44mal (was sich bis 23 verringern und bis 70 vermehren kann). Mit dem Lebensalter ändert sich die Häufigkeit der Athemzüge, wie die der Pulsschläge. In der Regel kommen 4 Pulsschläge auf eine Athmung. — Die Einathmung ist immer etwas kürzer, als die Zeit des Ausathmens, so daß das letztere 1½mal bis 2mal so viel Zeit beansprucht. (Beide verhalten sich

---

Fig. 304. 1 Schlüsselbein. — 2 Kopfnicker (Sternomastoideus). — 3 Vorderer und 4, 5 hinterer Rippenhalter (M. scalenus anticus und posticus). — 6 Schulterblattzungenbeinmuskel (M. homohyoideus). — 7 Kappenmuskel (M. cucullaris). — 8 Rand des Schulterblattes. — 9 Stelle, wo die Schulterblattgräte und 10 der untere Winkel des Schulterblattes durchschnitten ist. — 11 Oberer, 12 mittlerer, 13, 14 unterer Sägemuskel (M. serratus). — 15 Aeußere Zwischenrippenmuskeln (Mi. intercostales externi). — 16 Innere Zwischenrippenmuskeln (Mi. intercostales interni). — 17 Großer schräger Bauchmuskel. — 18 Kleiner hinterer und unterer Sägemuskel. — 19 Rand des Beckens.

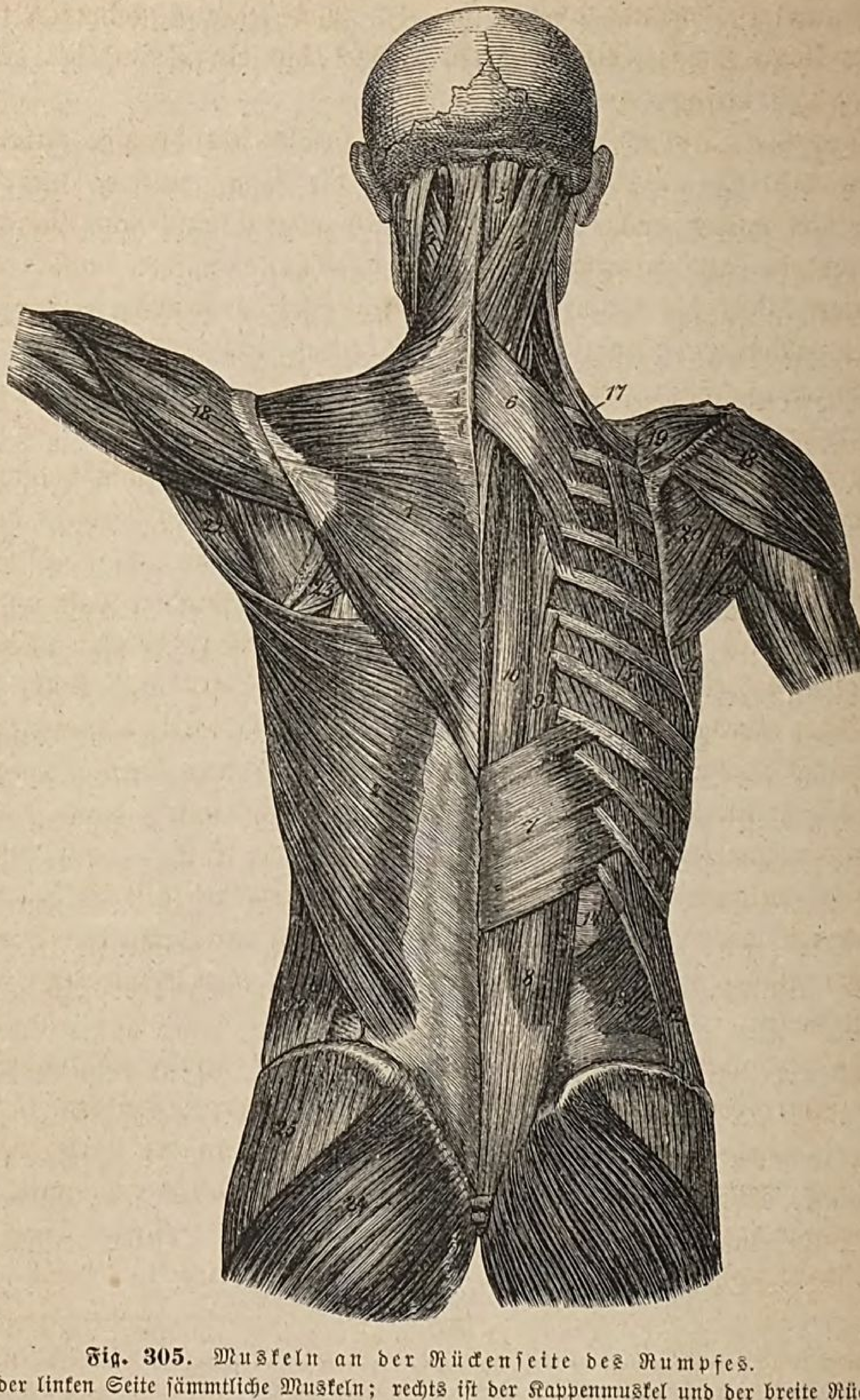


Fig. 305. Muskeln an der Rückenseite des Rumpfes.
(Auf der linken Seite sämmtliche Muskeln; rechts ist der Kappenmuskel und der breite Rückenmuskel entfernt.)

1 Kappenmuskel (M. cucullaris oder trapezius). — 2 Breiter Rückenmuskel (M. latissimus dorsi). — 3 Kopfnicker. — 4 Riemenmuskel (M. splenius capitis). — 5 Zweibeugiger Nackenmuskel (M. biventer cervicis). — 6 Hinterer oberer Sägemuskel (M. serratus posticus superior). — 7 Hinterer unterer Sägemuskel. — 8 Allgemeiner Rückenstrecker (Extensor dorsi communis). — 9 Lenden=

zu einander also = 2 : 3 oder 3 : 4). Vor jeder Einathmung findet sich eine kleine Pause, die etwa ein Viertel bis ein Drittel der ganzen Athmungszeit beträgt. —

Was die Luftmenge anbelangt, so läßt jeder ruhige Athemzug ungefähr 500 CC (= Kubikcentimeter) in die Lunge eintreten und stößt eben so viel wieder aus. Wir können aber nach Wunsch und Bedürfniß viel tiefer ein- und ausathmen, als wir gewöhnlich pflegen, und vermögen dann 2000 bis 4500 CC Luft einzulassen und auszutreiben; bei kräftigen Männern beträgt dies durchschnittlich etwa 3500. Man hat diese Luftmenge der größtmöglichen Ein- und Ausathmung die „vitale Athmungsgröße" genannt.

Auch durch die stärkste Ausathmung wird die Lunge nicht vollständig von der in ihr befindlichen Luft entleert, sondern es bleiben immer noch 1400 bis 2000 CC rückständige Luft in derselben. Die gesammte Luftmenge, welche die Lunge fassen kann (die rückständige Luft und die Luft der vitalen Athmungsgröße zusammengenommen) beträgt also als mittlere Menge etwa 5000 CC (schwankt zwischen 3400 und 6000 CC), von welcher Menge ein Gesunder beim ruhigen und regelmäßigen Athmen nur etwa 500 CC ein- und ausathmet, also nur den zehnten Theil auswechselt.

Es geht hieraus hervor, daß die Lunge nicht nur Athmungsorgan ist, sondern zugleich auch ein Vorrathsraum für Luft, — ein „Reservoir", in welchem sich nur wenig kalte und trockene Luft zu der schon vorhandenen warmen und feuchten Luft beimischt, mit demselben Vortheil für unser Wohlsein, dessen wir bereits bei den Nebenhöhlen der Nase erwähnt haben.

Es geht aber auch hieraus hervor, daß wir für gewöhnlich die in unserer Lunge befindliche Luft nicht vollständig erneuen, sondern in sehr geringer Weise, — daß wir also die im Innern unserer Lunge befindliche durch den Stoffwechsel unbrauchbar und verdorben gewordene Luft nicht vollständig von uns geben, sondern nur einen geringen Theil anderer ihr beimischen, — daß also diejenige Luft, welche wir durch unser

---

rippenmuskel (M. lumbo-costalis). — 10 Langer Rückenmuskel (M. longissimus dorsi). — 11 Rückgratmuskel (M. spinalis dorsi). — 12 Aeußerer schiefer Bauchmuskel. — 13 Innerer schiefer Bauchmuskel. — 14 Querer Bauchmuskel. — 15 Aeußerer Zwischenrippenmuskel. — 16 Vorderer großer Sägemuskel. — 17 Hebemuskel des Schulterblattes (M. levator anguli scapulae). — 18 Dreieckiger Muskel. — 19 Obergrätenmuskel des Schulterblattes (M. supraspinatus). — 20 Untergrätenmuskel (M. infraspinatus). — 21 Kleiner und 22 großer runder Muskel (M. teres). — 23 Rautenmuskel (M. rhomboideus). — 24 Großer und 25 mittlerer Gesäßmuskel (M. glutaeus).

Athemholen beimischen, das heißt die uns umgebende Luft unserer Arbeits-, Wohn- und Schlafstuben ꝛc., möglichst rein, geruchlos und sauerstoffreich sein müsse, um die im Innern unserer Brust befindliche Luft in ihrer Mischung zu verbessern, — daß endlich bei der hohen Wichtigkeit, welche das Athmen für unsere Gesundheit und unser Leben hat, Derjenige, welcher in schlechter Luft lebt, einem „Selbstmörder" gleichzuachten ist, denn er tödtet sich Lebenszeit, Lebensfrische und Arbeitsfähigkeit. — Die Athmungsgröße entspricht der Körpergröße und dem Brustumfang. Je länger der Körper und je größer der Brustumfang, um so mehr wird im gesunden Zustande auch Luft ein- und ausgeathmet. Frauen haben eine etwas geringere Athmungsgröße, als Männer.

Die Athembewegungen hängen ab vom Nervensystem. Wenn man bei einem Thiere die vom herumschweifenden Nerven (Vagus) zur Lunge verlaufenden Fasern reizt, so beschleunigt man damit die Athemzüge: der Vagus ist also „Erregungsnerv" der Athmungsbewegungen. Wenn man dagegen den ebenfalls vom Vagus sich abzweigenden obern Kehlkopfsnerven, welcher die empfindliche Schleimhaut des Kehlkopfes mit Nervenfäden versieht, reizt, so verlangsamt man die Athembewegungen: mithin dient dieser Theil des Vagus als „Hemmungsnerv". Beide Nervenzweige gehen aber, wie früher erwähnt, in das verlängerte Mark, und dieses ist daher der Mittelpunkt für die Athmungsbewegungen; von dort entspringen auch die Bewegungsnerven der Athmungsmuskeln. Zerstörung des verlängerten Markes (der sogenannte Nickfang) hebt alle Athembewegungen sofort auf und tödtet daher augenblicklich. — Daß wir bei plötzlicher Abkühlung der äußern Haut, z. B. Benetzung mit kaltem Wasser, sofort zum tiefen Einathmen genöthigt sind, ist eine Reflexerscheinung, d. h. Uebertragung der Reizungen der Empfindungsnerven in der Haut auf die Bewegungsnerven der Athemmuskeln.

Das Gefühl des Athmungsbedürfnisses, das Gefühl der Athemnoth haben wir dann, wenn unser Blut die in ihm befindlichen Gase in unrichtiger Mischung enthält. Am bedeutendsten scheint die Athemnoth dann einzutreten, wenn Mangel an Sauerstoff im Blute vorhanden ist; doch tritt auch beim Vorhandensein der gewöhnlichen Sauerstoffmenge Athemnoth ein, wenn unmäßig viel Kohlensäure (etwa das Doppelte der Menge) im Blute angehäuft ist.

Bei der Lungenathmung wird ebensowol die eingeathmete Luft verändert, als das in die Lungen einströmende Blut. — Wir

athmen atmosphärische Luft ein, von welcher 100 Raumtheile enthalten: 20 8/10 Raumtheile Sauerstoff, 79 1/10 Raumtheile Stickstoff und 1/25 Raumtheil Kohlensäure. Wenn wir aber die eingeathmete Luft, nachdem sie sich mit der in unseren Lungen befindlichen rückständigen Luft gemischt hat, wieder ausathmen, so enthält sie nur noch 16 Raumtheile Sauerstoff, 79 1/2 Stickstoff und 4 3/10 Kohlensäure. Es sind also (in unsern Körper) durch die Einathmung beinahe 5 Raumtheile Sauerstoff verschwunden und über 4 Theile Kohlensäure hinzugekommen. Bei der eingeathmeten Luft beträgt der Sauerstoff ein Viertheil der ganzen Luftmenge; in der ausgeathmeten nur noch ein Fünftheil.

Dieser bei jedem Athemzuge aus der Luft verschwindende Sauerstoff geht in unser Blut über, wo er von den Blutkörperchen angezogen und zum größten Theile in neue chemische Verbindung aufgenommen wird. Dabei entäußert sich das Blut seiner Kohlensäure, welche aus dem Blute durch die dünnen Wandungen der Blutgefäße in den Innenraum der Lunge „abdunstet“. Der Sauerstoff wird aus der Luft nicht nach dem Gesetze der Ausgleichung aufgenommen, nach welchem die meisten anderen Einsaugungen stattfinden, — sondern die „Blutkörperchen“ haben eine bestimmte Anziehungskraft für denselben und vermögen unter besonderen Verhältnissen sämmtlichen in einem geschlossenen Raume befindlichen Sauerstoff nach und nach an sich zu ziehen und chemisch zu binden. Die Kohlensäure dagegen wird abgeschieden aus dem Blute nach demselben Gesetze der Ausgleichung, welches sich auch bei verdunstenden tropfbaren Flüssigkeiten zeigt. Wasser z. B. verdunstet um so schneller, je leichter und je trockener (das heißt je wasserärmer) die Luft ist, welche seine Oberfläche berührt; dagegen verdunstet es in mit Wasserdunst gesättigter Luft gar nicht, und verdunstet um so weniger, je mehr Wasser die Luft seiner Umgebung enthält und je schwerer sie ist. Das Nämliche findet statt bei der Kohlensäure des Blutes. In leichter, kohlensäurearmer Luft verdunstet die Kohlensäure des Blutes reichlich; je mehr die Luft aber Kohlensäure enthält, um so weniger.

Man erkennt leicht, welchen großen Vortheil diese Verschiedenheit im Verhalten des Sauerstoffs und der Kohlensäure für uns hat. Den für unser Leben unbedingt nothwendigen Sauerstoff saugt das Blut selbstthätig ein, bemächtigt sich desselben also, wo es ihn findet. Die Kohlensäure ist dem Blute minder nachtheilig, als der Mangel an Sauerstoff; daher genügt es, wenn dieselbe nach Maßgabe der uns umgebenden Luft aus dem Blute entfernt wird.

Die Menge der zwischen Blut und Luft ausgewechselten Gase ist veränderlich. Ein Erwachsener mittleren Gewichtes (130 Pfund) nimmt bei regelmäßigem, ruhigem Athmen in gesundem Zustande binnen einer Stunde etwa 23,000 CC (ungefähr 34 Gramm = 3 1/3 Neuloth) Sauerstoff in sein Blut auf und gibt in der gleichen Zeit etwa 20,000 CC = 40 Gramm = 4 Neuloth) der schwereren Kohlensäure in die Luft ab.

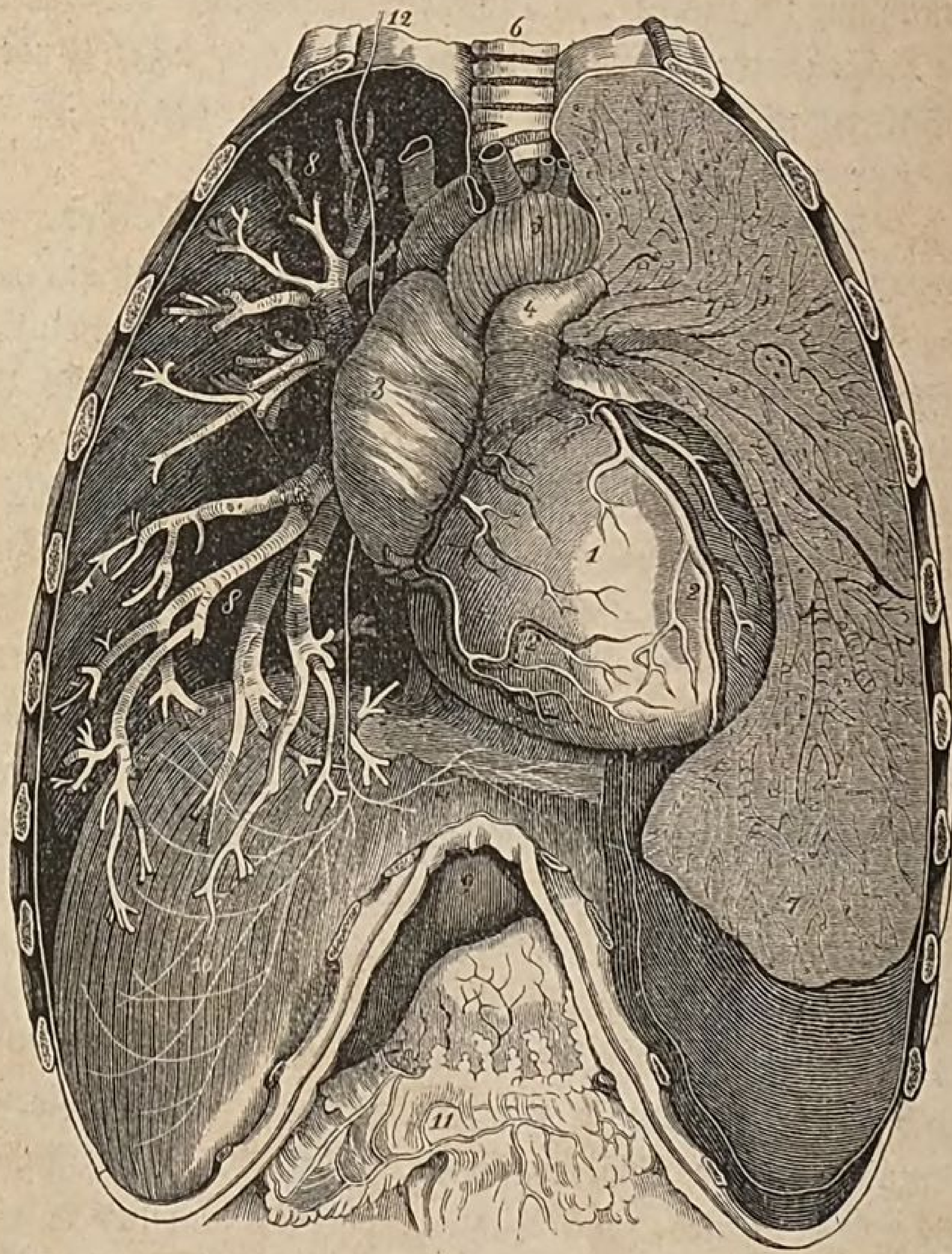


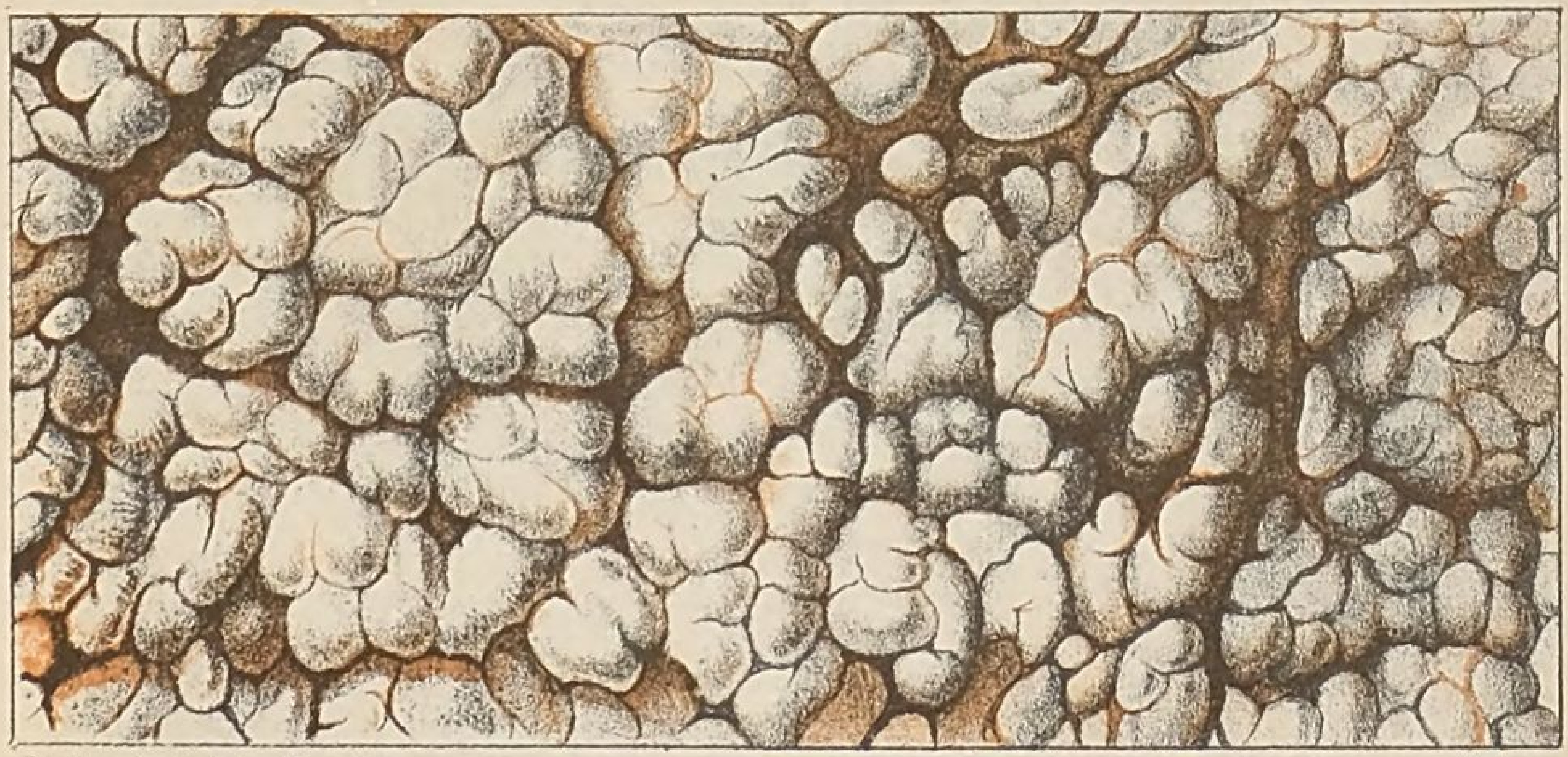
Fig. 306. Herz, Lunge, Luftröhren-Aeste, Zwerchfell.

1 Linke Herzkammer. — 2, 2 Linke und rechte Kranz-Pulsader und -Blutader. — 3 Rechter Vorhof, welcher hervorragt, — und 4 Linker Vorhof, zum Theil bedeckt. — 5 Aorta. — 6 Luftröhre. — 7, 7 Die beiden Lappen der linken Lunge. — 8, 8 Die groben Verästelungen der Luftröhre in der rechten Lunge, nachdem die drei Lappen der rechten Lunge und die feinen Verästelungen der Luftwege abgeschnitten worden sind. — 9 Leber. — 10 Zwerchfell, mit dem Faserverlauf seiner Muskelbündel. — 11 Netz (des Bauchfelles), an der unteren oder großen Krümmung des Magens hängend. (Man vergleiche für die Lage dieser Theile: Fig. 189 auf Seite 512, — und für das Netz: Fig. 196 auf Seite 528). — 12 Der Zwerchfell-Nerv (Nervus phrenicus), welcher aus dem Rückenmarke mit dem 3. bis 7. Halsnerven in einzelnen Wurzeln hervorkommt, die sich dann zu einem dünnen Nervenstamme vereinigen; Fig. 289, 14 zeigt seine Lage am Halse. Der Nerv regelt die Zusammenziehungen des Zwerchfell-Muskels bei den Athembewegungen.

1.



2.



Reclam der Leib des Menschen

Stuttgart: K. Thienemanns Verlag

1. Aus dem Innern der Lunge, nach Präparaten von Thiersch u. Wagner.
(Durchschnittene Lungenbläschen und feinste Luftrohr-Aestchen, mit ihrem absondernden und ernährenden Blutgefäfs-Netz. — Vergröfserung 220.)

2. Lunge von aussen nach einem Präparate von Hyrtl.
(Lungenbläschen durch die zarte Haut hindurchschimmernd, in Gruppen geordnet.)
Vergröfserung 80. — Nach der Natur gezeichnet von Schmidel u. Reclam.



Fig. 307. Feinste letzte Verästelungen der Luftröhre mit den zur Seite und am Ende aufsitzenden Lungenbläschen. (Aus dem vordern Rande der Lunge eines Neugebornen; in 14facher Vergrößerung. Nach Luschka.)

Dieser bedeutende Gaswechsel kommt dadurch zu Stande, daß die innere Oberfläche der Lunge etwa 30mal so groß ist, als die äußere Oberfläche unseres Körpers, daß also die Kohlensäure auf einer höchst bedeutenden Fläche beständig abdunstet.

Die Gestalt der **Lunge** entspricht ungefähr einer traubigen Drüse, deren innerer Hohlraum mit Luft erfüllt ist. Die **Luftröhre verzweigt** und **verästelt sich** im Innern der Lunge ganz in ähnlicher Weise, wie sich die Pulsadern verzweigen (Fig. 306); statt aber die letzten kleinen Aeste in ein feines Haargefäßnetz übergehen zu lassen, sind dieselben mit kleinen **Bläschen** besetzt, — so daß man die Form der innern Lungenhaut etwa nachahmen könnte, wenn man über kleine, mit einem gemeinsamen dicken Stiel verbundene Weintrauben eine Lösung von elastischem Gummi überstriche und nach geschehener Erhärtung dieselbe abzöge von der Traube. Die Abbildung der feinsten Luftröhrenästchen mit ihren Lungenbläschen (Fig. 307 und „Taf. XV, 2") wird das Richtige dieses Vergleiches bestätigen.

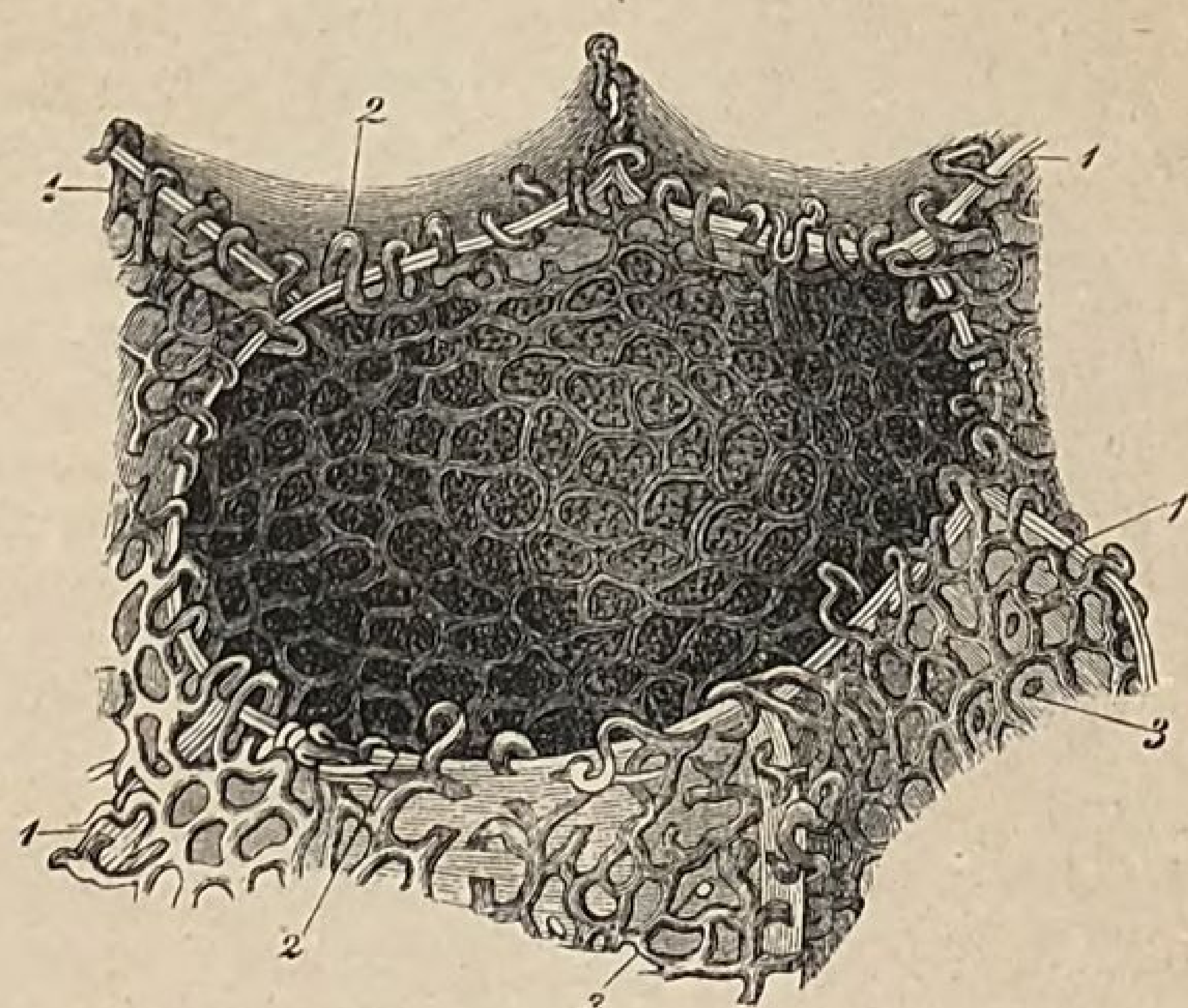


Fig. 308. Ein Lungenbläschen mit seinem Haargefäßnetz, von der Lungenhöhle aus gesehen.
(Präparat von Prof. Dursy; in 300facher Vergrößerung.)
1, 1 Scheidewände zwischen den Bläschen. — 2, 2 Schlingenförmige Haargefäße, welche am Rande des Bläschens die Wand durchbohren. — 3, 3 Zellenkerne in der Grundsubstanz der Maschenräume.

Auf der **Innenfläche** dieser **Bläschen**

verbreitet sich ein dichtes, engmaschiges **Blutgefäßnetz**, welches am Rande der Bläschen längere geschlängelte Schleifen zeigt, so daß die Lunge erweitert und die Bläschen ausgedehnt werden können, ohne daß die Blutgefäße zerreißen.

Je mehr wir uns bewegen, je stärker wir die Muskeln anstrengen, um so mehr dunsten wir Kohlensäure ab; auch nach der Mahlzeit ist die Kohlensäureausscheidung größer, als im nüchternen Zustande, und beim Hunger ist sie sehr gering. —

Außer der Lungenathmung haben wir auch eine „**Hautathmung**“; allein während die Menge des durch die Haut abdunstenden Wassers in 24 Stunden 500 bis 800 Grammen beträgt, ist der Verlust an Kohlensäure durch die Haut so gering, daß wir nur etwas über den hundertsten Theil so viel Kohlensäure durch die Haut ausscheiden, als durch die Lunge.

Gegenüber diesem kunstvollen Bau der menschlichen Athemorgane erscheinen die **Lungen der Reptile** außerordentlich einfach (Fig. 309). Die menschliche Lunge stellt sich uns als ein Sack dar mit so vielen Einbuchtungen, daß dadurch die innere Oberfläche außerordentlich vergrößert wird, während bei vielen Reptilen, z. B. **Eidechsen**, **Fröschen**, die Lunge nur ein Sack mit elastischen Wänden ist, dessen innere Oberfläche netzförmig gerippt erscheint, in Folge des Umstandes, daß die größeren Blutgefäße von einer Art Schutzleiste aus elastischen Weichtheilen umgeben sind; sie bilden auf der Innenfläche der Lunge ein grobes hervorragendes, unregelmäßiges Netzwerk, welches man auch auf der äußeren Fläche durchscheinen sieht. Da bei dieser Lungenform nur wenig Blut mit der Luft in Berührung kommt, und außerdem, wie wir beim Blutkreislauf gesehen haben, die Reptile ein nur ungenügend mit Sauerstoff versehenes Blut führen (weil sie nur eine einzige Herzkammer haben und Venenblut mit Arterienblut sich mischt), so erkennt man, wie gering und langsam bei ihnen der Stoffwechsel ist. Diejenigen unter ihnen, welche der „**Rippen**“ entbehren (z. B. die **Frösche**), pressen das Blut durch Schluckbewegungen in die Lunge, — während die mit

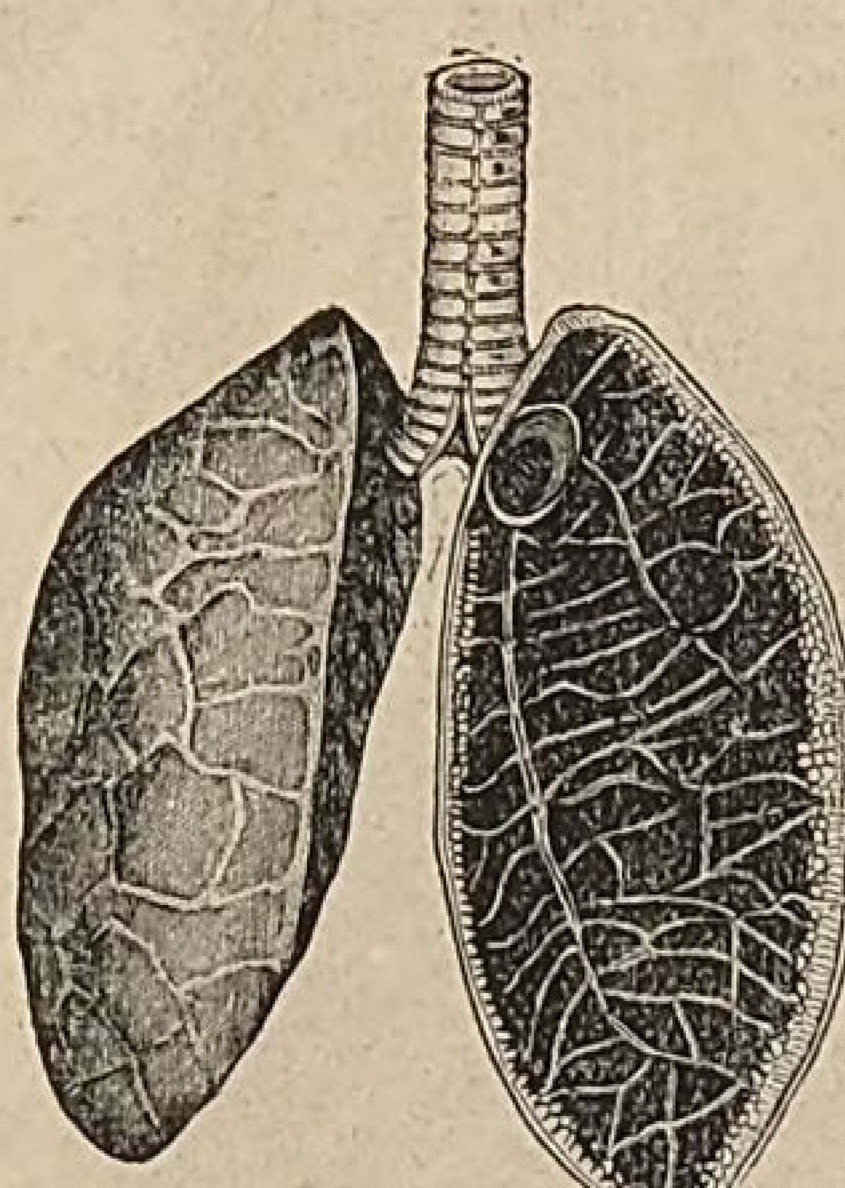


Fig. 309. Lungen eines Reptils (amerikanische Ameiva-Eidechse). Die Luftröhre spaltet sich in zwei kurze Zweige, welche sich nicht in kleinere Zweige verästeln, sondern beim Eintritt in den Lungensack enden. Ein Netz von Blutgefäßen überdeckt die innere Oberfläche des Lungensackes und bewirkt im Innern ein Netz faltenartiger Hervorragungen, wie man es an der linken aufgeschnittenen Lunge sieht.

Rippen versehenen (z. B. das Chamäleon), oder die mit starren Wandungen des äußeren Körpers (z. B. Schildkröten und Krokodile), gleich dem Menschen durch Erweiterung des Lungenraumes die Luft einsaugen. Die drei zuletzt genannten haben auch nicht einfache Lungensäcke, sondern, ähnlich wie die Vögel, Verlängerungen in Form von Luftsäcken.

Von der Lunge der Vögel gibt uns das Athemorgan des Huhnes (Fig. 310) ein Beispiel. Im Einklange mit der für diese Thiere nothwendigen größeren Athmungsleistung, welche (nach Cuvier) mindestens doppelt so groß ist als bei den Säugethieren, haben die Vögel nicht nur Lungen, sondern in großen Luftsäcken auch noch Vorrathsräume für Luft, wodurch zugleich ihr Körper verhältnißmäßig leichter wird; dies ist um so mehr der Fall, als während des Wachsthums ein Theil der Knochen durch Aufsaugung seines Inhaltes hohl wird und die Luft auch in diese hohlen Knochen eintritt. Je älter die Vögel werden, um so mehr Knochen werden hohl, und schließen sich durch Luftaufnahme dem System des Athmungsapparates an: Zuerst ist dies mit dem Kopf und der Wirbelsäule der Fall; dann mit dem Brustbein; hierauf mit Oberarmknochen, Becken und Schulterknochen; später endlich mit Oberschenkel, Unterschenkel und den (bei den Vögeln als Flügelknochen bezeichneten) Unterarmen. Die beiden größten Lufttaschen (Fig. 310, g h) breiten sich in der Bauchhöhle unterhalb der Nieren aus, — zwei andere, minder große, bestehen unter dem Schlüsselbein (e) und unter der Schulter (f). Diese größeren Lufttaschen sind nicht

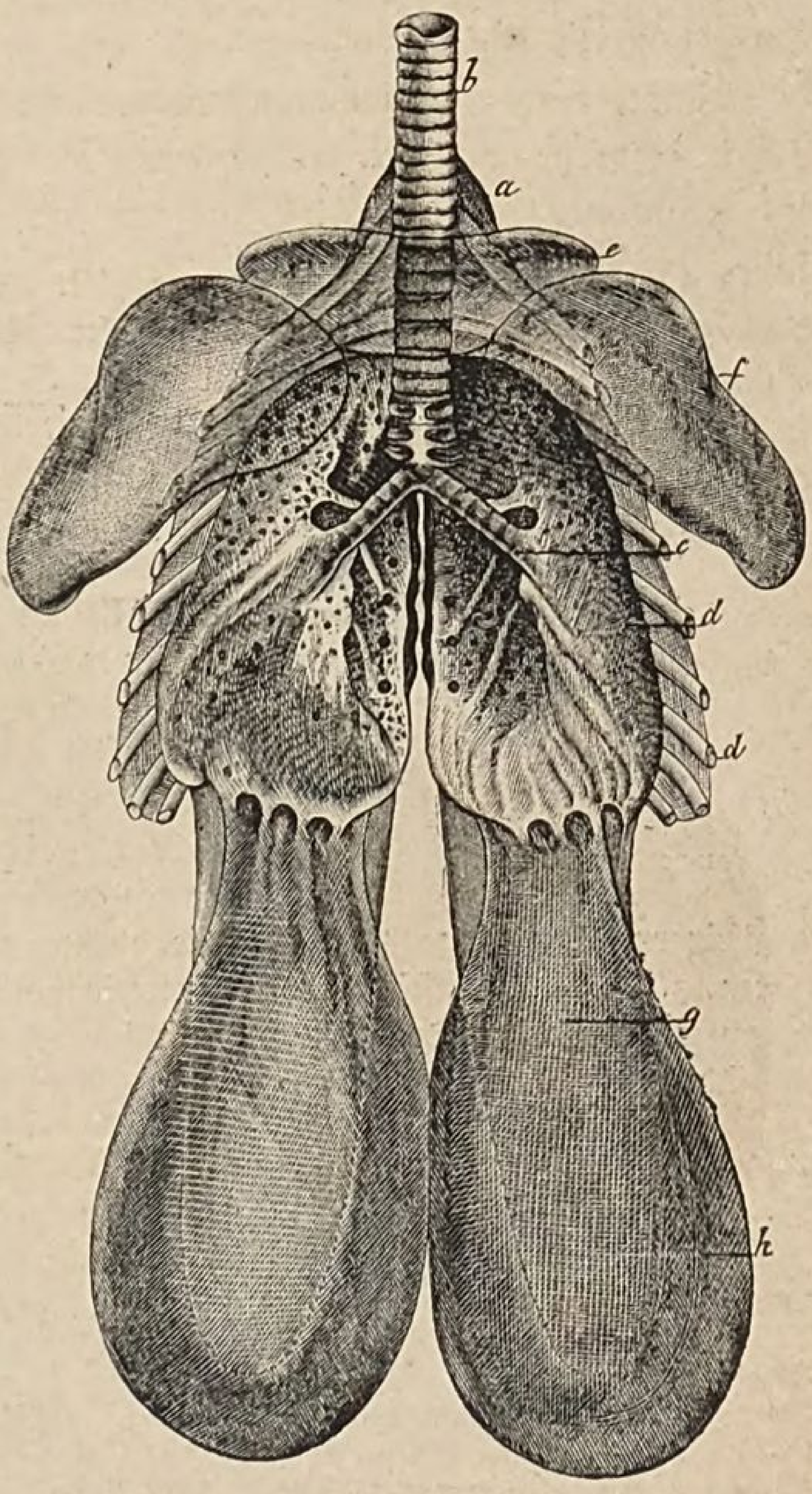


Fig. 310. Athemorgane des Huhns.
a Abgeschnittene Rippen. — b Luftröhre. — c Verzweigungen der Luftröhre. — d d Lungengewebe. — e Luftsack in der Gegend des Schlüsselbeines. — f Luftsäcke in der Schultergegend. — g und h Die großen Luftsäcke des Bauches.

unmittelbar mit dem Inneren der Knochen verzweigt; sie füllen sich bei Einathmung der Lungen (d), tragen auf ihrer Innenfläche keine Gefäßverzweigungen, sind also selber keine Athemorgane, sondern nur Vorrathsräume für athembare Luft, und (gleich den Höhlen der Stirn, des Wangenbeines und des Keilbeines beim Menschen) Wärmevorrichtungen beim Einathmen sehr kalter Luft. — Die Vögel haben kein Zwerchfell gleich den Menschen und den Säugethieren, sondern die mit Luft immer gefüllten Därme ersetzen ihnen dasselbe.

Auch bei den Insekten findet man Säcke als Vorrathsräume für Luft, wie am Athemorgan der Biene (Fig, 311) zu ersehen. Die Stelle der Lungen nehmen bei den Insekten die Tracheen ein: lange Röhren aus Haut, zwischen deren beiden Lagen ein elastischer korkzieherartig gewundener Faden sich befindet, welcher die Röhren für den Durchgang der Luft offen erhält. Das Tracheen-Rohr beginnt an jeder der vielen Spaltöffnungen (Stigmata), welche zu beiden Seiten der Brust und des Bauches in einer Längslinie liegen, und welche in ihrer äußeren Form und Verrichtung einige Aehnlichkeit mit den Spaltöffnungen der Pflanzenblätter haben, nur daß die Spaltöffnungen der Insekten von dem Thiere mittelst eines kleinen Ringmuskels willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Von der Spaltöffnung aus dringt die Trachee in den Körper, wobei sie sich vielfach verzweigt (Fig. 312); sie ist auf diesem Wege und am Ende mit zahlreichen kleinen Lufttaschen besetzt, welche nicht durch jenen elastischen Spiralfaden offen erhalten werden, sondern allmälig wieder sich verkleinern. Im Augenblicke, wo sie auffliegen wollen, sieht man manche Insekten, z. B. die Maikäfer, schnell hintereinander tiefe Einathmungen ausführen, durch welche sie ihre Tracheen und Luftsäcke mit Luft füllen; hierdurch erleichtern sie sich unzweifelhaft das Aufsteigen in die Luft und erhöhen den Vorgang des

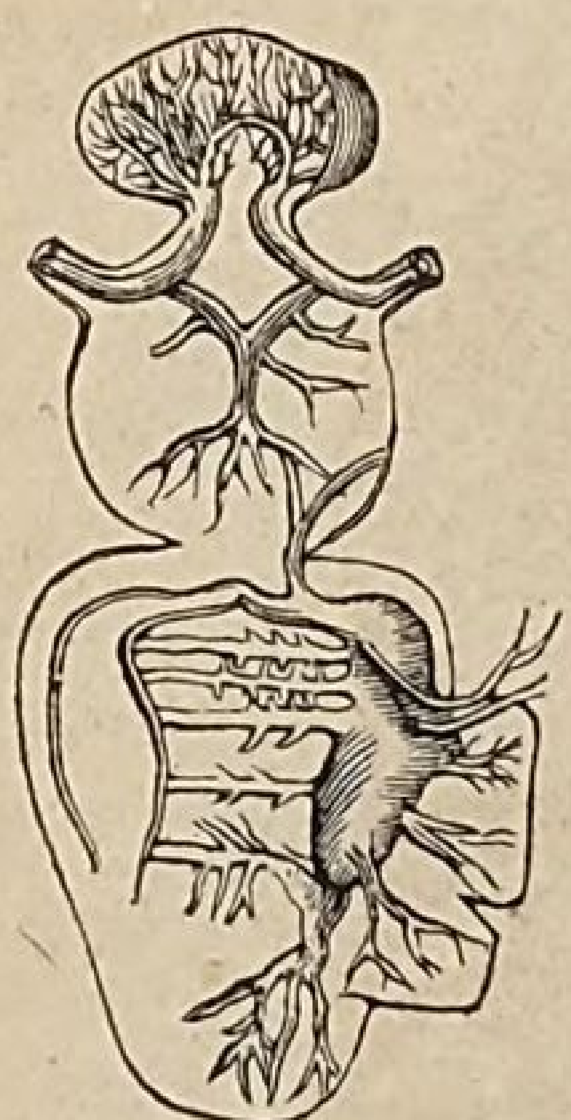


Fig. 311. Athemwerkzeuge der Biene.

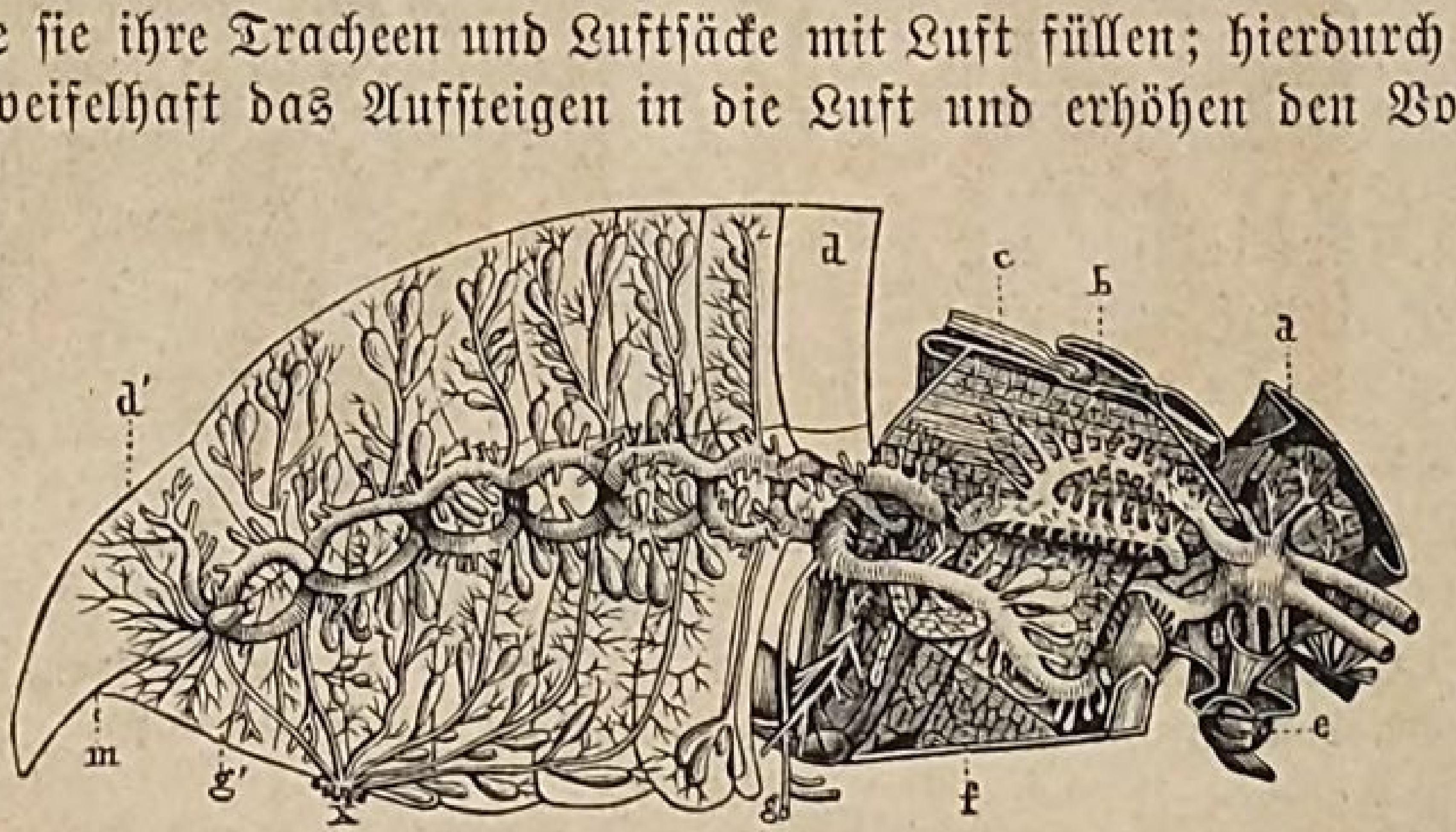


Fig. 312. Athemorgane des Maikäfers.

a, b, c Die Tracheen der Brust. — g Die Tracheen des Bauches, von denen der Rückentheil d, d' zurückgeschlagen ist. — m After.

Athmens, — die fliegenden Insekten benützen also nach beiden Richtungen ihre Luftvorrathsräume ganz in ähnlicher Weise wie die Vögel. (Die im Wasser lebenden Insekten athmen mittelst der Tracheen Luft ein, indem sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kommen, und mittelst der Behaarung ihres Körpers oder anderer Hülfsmittel soviel Luft mit sich hinabnehmen, um davon eine Zeit lang athmen zu können.)

Die im Wasser athmenden Thiere besitzen als Athmungsorgane Kiemen, welche zum Theil nur in warzenartigen oder blattförmigen Verlängerungen der äußeren Haut bestehen, oder in quasten- und federbuschartigen kleinen Bäumchen, oder am häufigsten in kleinen häutigen Blättchen, von denen gewöhnlich eine größere Zahl wie die Blätter eines Schreibheftes oder die Zähne eines

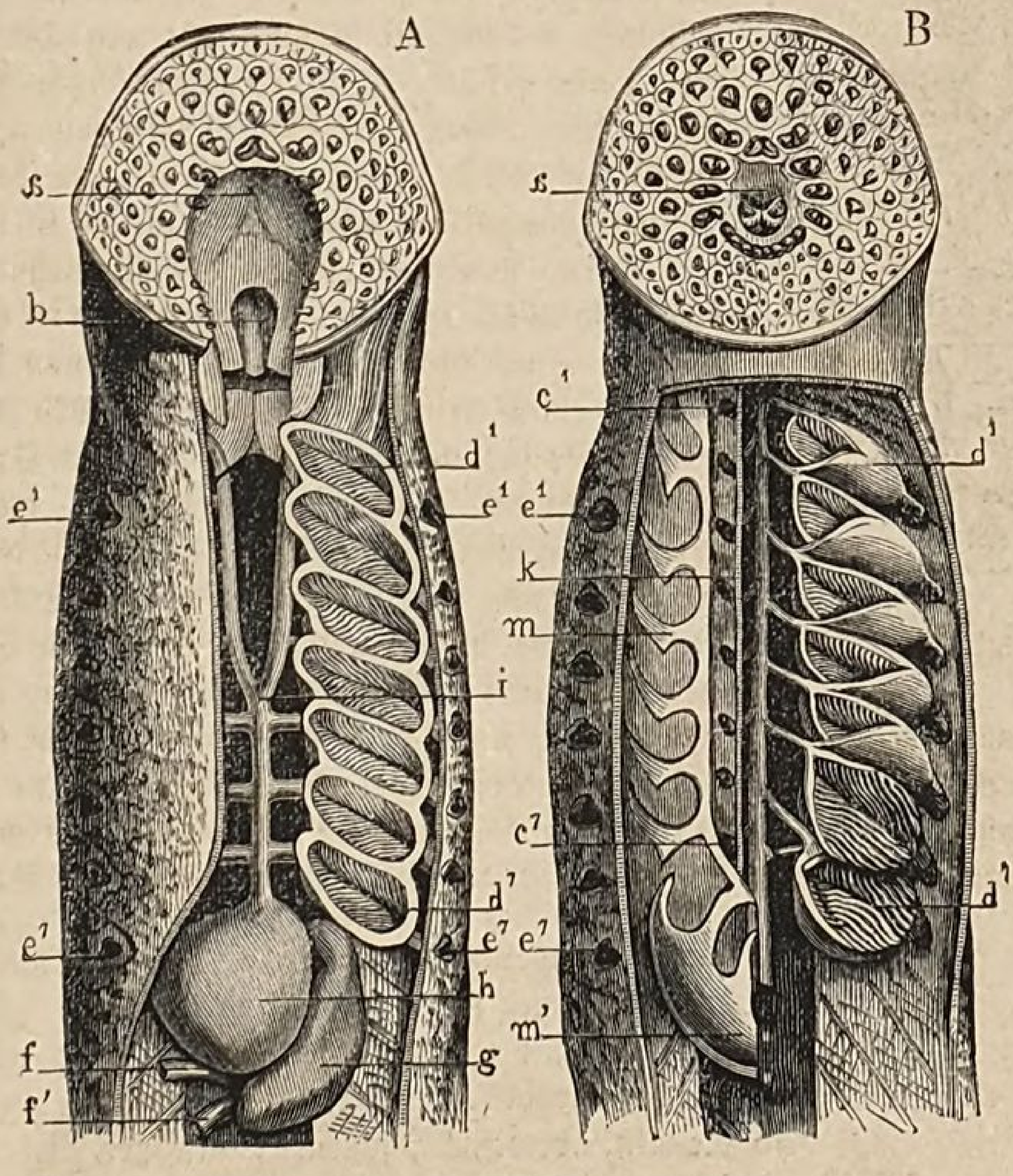


Fig. 313. Herz und Athemorgane der Pricke.

A Mund und Saugapparat durchschnitten; linke Körperhaut entfernt. —
B Mund und Saugapparat unversehrt; rechte Körperhaut und Kiemen entfernt; linke Kiemen freigelegt.

a Mund von stacheligen Saugnäpfen umgeben. — b Schlund. — c' und c" Innere und äußere Oeffnungen der Bronchien. — d' und d" Bronchiensack. — ff Hohlvenen. — g Herzohr. — h Herzkammer. — i Bronchialarterien und deren Zweige. — k Bronchialvenen, in die Aorta sich öffnend. — m, m' Knorpelgehäuse zum Schutz der Bronchien und des Herzens.

breiten Kammes übereinander liegen. Die letztere Form kennen wir vom Krebse (Fig. 292), und finden sie bei den Fischen, wo die Kiemen zu beiden Seiten des Kopfes unter breitem Kiemendeckel zu liegen pflegen. Der Fisch athmet, indem er das Wasser in die Mundöffnung einströmen läßt und zwischen den einzelnen Kiemenblättern hindurch zu den Kiemenblättern an der Seite ausströmen läßt. Hierbei saugen die auf den Kiemen ähnlich wie in den Lungen sich verzweigenden Blutgefäße den im Wasser aufgelösten Sauerstoff ein; gewöhnlich befinden sich auf jeder Seite vier Kiemen, deren jeder aus zwei Reihen länglicher Blättchen besteht. Bei den meisten Knorpelfischen findet man fünf und bei der Lamprete oder Pricke sieben (Fig. 313). Bei allen Gräten-Fischen (z. B. Karpfen, Aal) sind die Kiemenblättchen in der Regel nur an ihrer Grundfläche angeheftet, bei den meisten Knorpel-Fischen (z. B. Hai, Rochen, Pricke), dagegen ebensowol mit ihrem äußeren Rande an der Haut, als mit ihrem inneren Rande an den Kiemenbögen. Es bedarf dann zur Seite des Fisches eben so vieler Ausgangsöffnungen für das Wasser, als er Kiemen hat, daher z. B. beim Haifisch fünf, bei der Lamprete (Fig. 313) sieben.

Die „Diätetik“ der Lunge hat zwei Aufgaben und Ziele: Stärkung und Kräftigung des Organes, — sowie Vorbeugung vor Erkranken desselben. — Je kräftiger und ausgiebiger das gewöhnliche unwillkürliche Athmen ausgeführt wird, um so mehr Luft nimmt die Lunge auf, um so reichlicher wird ihr Innenraum ventilirt, um so mehr Sauerstoff wird dem Blute geboten, um so lebhafter kann (wenn reine, von fremden Beimengungen freie Luft eingeathmet wird) der Stoffwechsel stattfinden. Die Athembewegungen werden behindert durch anhaltendes Sitzen, — durch schlechte Körperhaltung beim Sitzen (vgl. Reclam, „Gesundheits-Schlüssel“ S. 81 u. f.), — durch enge Kleidung, namentlich Schnürbrust und Hosenträger, — durch einseitige Arbeitsbewegungen und durch üble Gewohnheit des zu flachen Athmens; — hierdurch werden sie zum Zwerchfellathmen herabgedrückt, bei welchem wir nur 3/4 der gewöhnlichen Luftmenge ein- und ausathmen. Zeitweilig fühlen wir das Bedürfniß zu „seufzen“, d. h. eine Tief- und Vollathmung zum Ausgleich und Ersatz der ungenügenden Lufteinführung vorzunehmen. Besser ist es sich an regelmäßiges Rippenathmen zu gewöhnen; dies geschieht, indem man es absichtlich hervorruft durch anhaltendes lautes Lesen bei etwas zurückgelehntem Oberkörper, durch lautes Sprechen, durch Lachen, durch turnerische Körperübungen, namentlich methodisch geordnete Freiübungen (vgl. Reclam, „Buch der vernünftigen Lebensweise“, in welchem ausführliche Anleitung ertheilt wird). Durch turnerische Muskelbewegungen erhöht sich das Athembedürfniß und wird die Athembewegung schneller, häufiger, tiefer. Gleichzeitig steigern sich die Zusammenziehungen des Herzens, welche in der Regel viermal so häufig als die Athemzüge zu sein pflegen. Infolge dessen wirkt Beschleunigung der Athemzüge, mithin anhaltende Muskelbewegungen, auf Ernährung und Entwickelung des Herzens. Nach den neuesten Forschungen (von Prof. Benecke in Marburg) verdoppelt sich die Größe des Herzens in den ersten 2 Lebensjahren, sowie in der Zeit vom 2. bis 7. Lebensjahre; in den darauffolgenden 8 Jahren gewinnt es um 2/3 seines Umfanges, erhöht aber schon

in den 4 Jahren vom 16. bis 20. seine Größe abermals um 2/3, wächst dann langsam bis zum 50. Jahre im Mittel von 250 auf 280 Kubikcentimeter (also binnen 30 Jahren nur etwas über den 8. Theil) und nimmt von da ab an Größe wiederum ab. Daß kräftige Muskelbewegungen die Entwickelung begünstigen, geht daraus hervor, daß bei Knaben und Mädchen die Herzgröße übereinstimmt, während in den Jahren der Reife das Herz der Männer etwa 25 bis 30 Kub.-Cent. größer ist als das der durchschnittlich weniger ihre Muskelkraft bethätigenden Frauen. — Hieraus erklärt sich der verjüngende Einfluß der turnerischen Freiübungen für die späteren Lebensjahre. Zugleich wird ersichtlich, weßhalb in der Zeit vom 16. bis 20. Jahre das Turnen nur mit Vorsicht betrieben werden muß, weßhalb Uebertreibungen schädlich werden und Herzkrankheiten hervorrufen. —

Um Krankheiten vorzubeugen gewöhne man sich täglich Früh, Mittags und Abends das Athemorgan zu üben, indem man 10- bis 30mal möglichst tief einathmet und möglichst tief ausathmet: und zwar indem man beim Einathmen die Arme erhebt, bis sie mit den Achseln in gleicher Höhe sich befinden, und beim Ausathmen sie wieder senkt, — sowie bei nicht erhitztem Körper, wenn möglich im Freien, oder doch im gutgelüfteten Zimmer und bei offenem Fenster. Ueberhaupt sorge man für reine, geruchlose Luft in allen Wohnräumen, besonders im Schlafzimmer, dessen Fenster unter den nöthigen Vorsichtsmaßregeln (vgl. „Buch d. vernünft. Lebensw.") während der Nacht geöffnet bleiben können. Mit gebührender Vorsicht schaden offene Fenster zur Nachtzeit ebensowenig, als das Schlafen mit offenem Munde (welches höchstens „Schnarchen" hervorruft, d. h. Rasselgeräusche durch Vibriren des weichen Gaumens). Dagegen ist den Athemwerkzeugen und dem ganzen Organismus sehr nachtheilig: die Einathmung fauliger Dünste (auf dem Lande von Düngerhaufen vor dem Fenster, in der Stadt von übelriechendem Abort, im Kinderzimmer vom unbedeckten Nachtgeschirr) und einer staubhaltigen Luft. Diese beiden Einwirkungen tragen gemeinsam mit der ungenügenden Uebung der Lungen die Hauptschuld, daß alljährlich fast 1/4 aller Gestorbenen der „Schwindsucht" erliegt. — Auch plötzliche Abkühlung der Athemorgane legt den Keim zu Krankheitszuständen: wenn bei erhitztem Körper (nach Muskelbewegung, Singen, lautem Sprechen und Lachen) sehr kalte Flüssigkeit getrunken, im Freien gesungen, kalte Winterluft eingeathmet wird. Hier ist „geschlossener Mund" geboten und offener schädlich. (Bei Erhitzung des Körpers durch Fieber schaden kaltes Getränk und kalte Luft nicht.) Häufige Veranlassung zum Erkranken ist Ueberhitzung durch zu warme Kleidung beim Ausgehen, zumal da unsere gegenwärtige Tracht die Brust übermäßig schützt und erwärmt, Unterleib und Beine nicht, — daher Blutzudrang nach den Lungen begünstigt. Warme Beinkleider und Fußbekleidung schützen die Athemwerkzeuge.

Lungen und Herz ruhen niemals aus. Während im Schlafe der übrige Körper ruht, arbeiten sie fort. Um so mehr bedürfen sie unserer Fürsorge! —

Das Leben des Blutes.

[Chymus, — Chylus, — Lymphe, — Blut. — Lymphgefäße. — Lymphdrüsen. — Zellen der Lymphe. — Bewegung der Lymphe. — Zellen des Blutes. — Bewegungen der Blutzellen. — Bildung und Zerfall der Blutzellen. — Bestandtheile des Blutes: Vertheilung der Gase und der festen Stoffe. — Blutmenge. Bedeutung für Leistungsfähigkeit des Menschen!]

„Blut ist ein ganz besonderer Saft."
(Göthe, Faust.)

Die Blutflüssigkeit erschien den alten Völkern als ein so hochwichtiger Theil des Menschenleibes, daß man in ihr den Sitz der „Seele" suchte. Wir finden diese Anschauung ebensowol bei Moses, dem sie durch alte egyptische Lehren überliefert war, als beim Sänger hellenischen Heldenmuthes: Homer.

Wol ist Blut für uns ein Lebensquell und als Vermittler des Stoffwechsels so nothwendig, daß der Verlust einer großen Blutmenge genügt, um sichern Tod herbeizuführen; — allein die Unterbrechung des Athmens, — die Zerstörung des Hirnes, — längere Entziehung von Speise oder Trank — sind nicht minder todtbringend; — denn nur im Zusammenwirken der Hülfsmittel und bei genügender Regelung der einzelnen Vorgänge durch Nerveneinfluß vermag des Stoffwechsels voller Einfluß sich zu gestalten. —

Ein Tröpfchen Blut zeigt unter dem Mikroskop durchsichtige Flüssigkeit, in welcher kleine rundliche Körper schwimmen: der Mehrzahl nach schwach röthliche durchsichtige Scheiben, — und zwischen ihnen einzelne weißliche undurchsichtige runde Kugeln. Diese letzteren stammen aus der Lymphe.

Wir haben bereits bei Besprechung des Dünndarmes erwähnt, daß

außer dem Netze der Blutgefäße noch ein zweites Netz aus dünnwandigen Röhren, das Lymphgefäßnetz (Seite 530, Fig. 198, 14, 15) im Darme vorkomme und, fügen wir hinzu, auch in den übrigen Organen des Körpers. In der vereinfachten Darstellung des Kreislaufes (S. 693, Fig. 277) wurde bereits der Weg angedeutet, welchen die Lymphe nimmt, um in das Blut zu gelangen.

Die Lymphgefäße sind theils Hülfsmittel zur Nahrungsaufnahme, — theils vervollständigen sie den Blutkreislauf. Wir wollen nachstehend diese beiden Thätigkeiten in's Auge fassen.

Diejenigen Lymphgefäße, welche vorzugsweise der Nahrungsaufnahme dienen, nehmen ihren Anfang in den Hohlräumen der Darmzotten, also in demjenigen Theile des menschlichen Körpers, welchen man mit den Wurzeln der Pflanzen verglichen hat. Von dem durch die Verdauungssäfte theilweis gelösten, mit vielen feinen kleinen Bestandtheilen durchsetzten, Speisebrei oder „Chymus" dringt ein Theil des Gelösten und fein Zertheilten durch die kleinen Zwischenräume zwischen den einzelnen Schleimhautzellen, welche die Darmzotten überziehen, hindurch (wobei die Pressung beim Zusammenziehen des Darmes mithilft) und gelangt in den länglichen Hohlraum der Zotte (S. 530, Fig. 198, 13), bis derselbe erfüllt ist. Bei Thieren, welche während der Verdauung getödtet wurden, findet man häufig diese Hohlräume vom „Chymus" vollgestopft. Ist dies der Fall, so wird der Druck, den der vergrößerte, ausgedehnte Raum auf die benachbarten elastischen Fasern der Zotten (Fig. 198, 12) ausübt, als „Reiz" die Zusammenziehung dieser Fasern bewirken und damit nicht nur die Verkürzung der Zotte, sondern auch des in ihr enthaltenen Hohlraumes, so daß der Inhalt dieses letztern in die feinen Lymphgefäße hineingepreßt wird, welche seine Fortsetzung bilden. Auch hier gelangt der flüssige Inhalt, das vom Darm aus in die Lymphgefäße Uebergegangene, unter ähnliche Verhältnisse: die Muskelfasern des Darmes drücken auf die Gefäße, und der in ihnen befindliche Inhalt wird theils hierdurch verändert (die klebrigen kleinen Theile werden aneinander geballt; kleine feine Fetttröpfchen fließen ineinander zu größeren Tröpfchen), theils durch Einwirkungen jener den Lymphdrüsen ähnlichen Follikel in seiner Mischung umgestaltet. Das aus dem Chymus Aufgesogene gelangt nun in die größeren Lymphgefäße und wird in ihnen „Chylus" genannt. Es besteht aus durchsichtiger Flüssigkeit, in welcher kleinere und größere zusammengeballte Körperchen schwimmen, in welcher sich außerdem

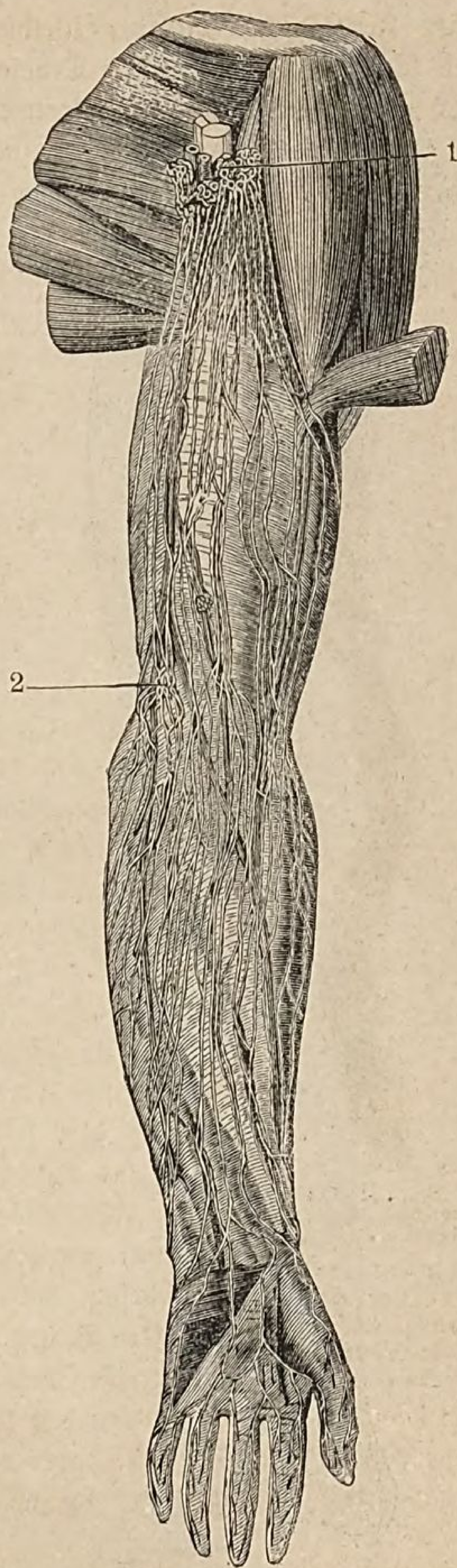
kleine Fetttröpfchen bis zur Kleinheit eines kaum sichtbaren Stäubchen und bis zum Beginn eines Tropfens hinauf befinden, und in welcher auch einzelne Blutscheiben vorkommen.

Die Menge der Lymphe im menschlichen Körper ist sehr beträchtlich, oder wird es vielmehr durch ihren stetigen Kreislauf. Nach den Berechnungen verschiedener Forscher schwankt die täglich aus dem Darm in das Blut aufsteigende Chylusmenge zwischen 1/4 und 2/5 des ganzen Körpergewichtes, wozu noch die gewiß gleich große Lymphmenge aus den Organen des Körpers kommt, — so daß unter Umständen die gesammte während eines Tages in den Lymphgefäßen strömende Flüssigkeit nahezu dem Körpergewichte gleichkommt. Es beweist dies, wie gewaltig der Säftestrom ist, welcher während 24 Stunden als „innerer Kreislauf" den Organismus durchfließt und welcher von Zelle zu Zelle gehend einen großen Theil des „inneren Stoffwechsel" ausführt.



Fig. 314. Lymphgefäß, der Länge nach aufgeschnitten, um die im Innern befindlichen Taschen-Klappen zu zeigen.

Die Ursache der Bewegung des Inhaltes der Lymphgefäße, also des „Chymus" und des „Chylus", ist mithin ein von außen auf das Gefäß geübter Druck: die Muskelzusammenziehungen in den Zotten und abermals der Druck auf die Lymphgefäße. Es wäre zu erwarten, daß der Chylus zurückfließt, sobald dieser Druck nachläßt, wenn die Lymphgefäße ebenso elastisch wären, wie die Blutgefäße, welche beständig auf die in ihnen enthaltene Flüssigkeit pressen. Allein die Haut der Lymphgefäße ist wol zähe und setzt der Zerreißung einen verhältnißmäßig großen Widerstand entgegen, ist aber nicht sehr elastisch. Außerdem werden Chylus und Lymphe noch durch andere Vorkehrungen am Rückflusse gehindert. Wie nämlich im Innern der Venen von Zeit zu Zeit Klappen sich finden, welche den Rückfluß des aus den Haargefäßen in die Vene dringenden Blutes verhindern, so finden sich auch in den Lymphgefäßen derartige Taschen-Klappen (Fig. 314) und hindern den Rückfluß der aus dem Lymphgefäßnetz in sie eingepreßten Flüssigkeit, aber diese Klappen sind viel dichter gestellt, so daß jedes Stückchen des Lymphgefäßes einer kleinen weiten Flasche



gleicht, in deren Boden Flüssigkeit hineingeschoben wird, worauf sich der Boden wieder schließt; die hineingepreßte Flüssigkeit schiebt die in der Flasche bereits befindliche oben zum Halse heraus und in den Boden der nächsten; auf diese Weise rückt durch die ganze Kette der einzelnen Flaschen die Flüssigkeit vorwärts, bis sie endlich in die Vene gelangt. — Dieser aus dem Darm aufsteigende Theil der Lymphgefäße führt also „Chylus", das heißt gelöste und fein zertheilte Nährstoffe, in das Blut.

Der andere Theil der Lymphgefäße dient zur Vervollständigung des Blutkreislaufs. — Unser Körper ist in allen seinen Theilen, auf der Oberfläche der inneren Höhlen, unter der Haut, im Innern der einzelnen Organe durchsetzt und durchzogen mit einem mehr oder minder weitmaschigen Netz von Lymphgefäßen, welche in lange Stränge zusammentreten und an den Beugestellen des Körpers Lymphdrüsen bilden. (Fig. 315 und 316.)

Dieses Lymphgefäß-System nimmt seinen Anfang in den Zwischenräumen zwischen den Zellen und Fasern unseres Körpers. Es dient dazu, den überflüssigen

Fig. 315. Lymphgefäße des Armes.
1 Lymphdrüsen der Achselhöhle. — 2 Lymphdrüsen der Armbeuge.

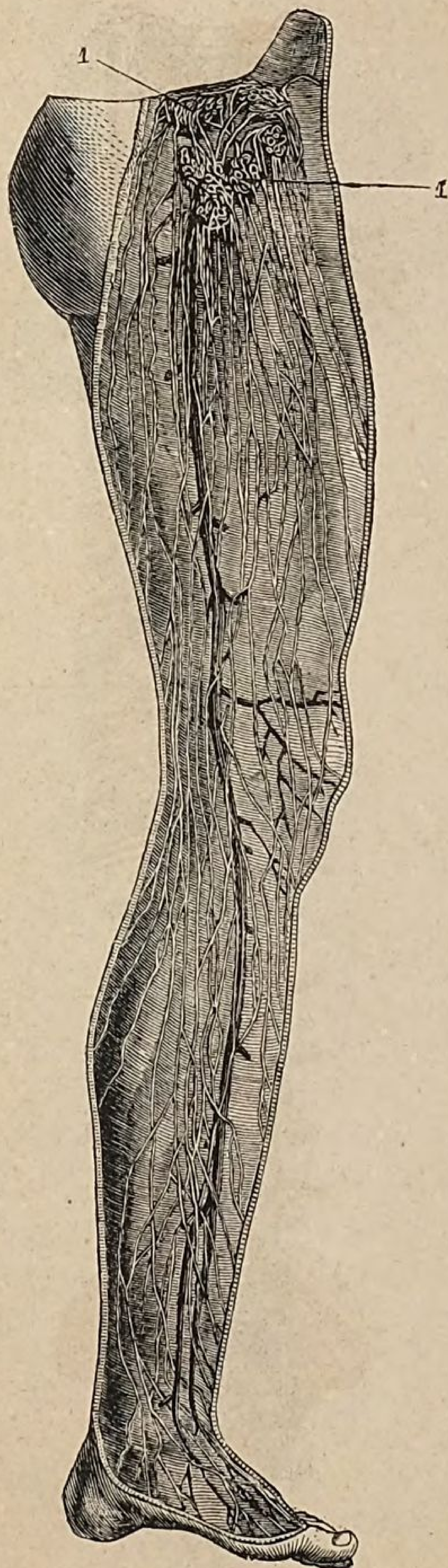


Fig. 316. Oberflächliche Lymphdrüsen des Beines.
1 Lymphdrüsen in den Weichen.

Nahrungsstoff, welcher vom Blute aus den zelligen oder faserigen Körpergeweben mitgetheilt wird, soweit er nicht in sie übergeht, sondern als Ueberschuß in den Zwischenräumen der einzelnen Gewebstheile bleibt, in sich aufzunehmen. Außerdem gelangt der verbrauchte das heißt unbrauchbar gewordene gelöste Stoff dieser Gewebstheile ebenfalls in die Anfänge des Lymphgefäßsystems und wird in letzterem in ähnlicher Weise wie der Chylus durch Druck und mit Hülfe der Taschenklappen langsam fortbewegt. — Man sieht, es gibt also für die Flüssigkeiten zwischen den Gewebstheilen des Körpers eine doppelte Auffaugung: die eine wird ausgeführt von den Blutgefäßen nach dem „Gesetze der Ausgleichung"; die andere von den Lymphgefäßen, in welche ohne weiteres und ohne Auswahl „mechanisch" hineingepreßt wird, was eben vorhanden ist und der Pressung zugänglich. Auf solche Weise ist dafür gesorgt, daß nicht in den Zwischenräumen unserer Gewebstheile Flüssigkeiten sich ansammeln können; nur bei Störung der Verrichtung der Lymph- und Blutgefäße oder bei allzu großer Menge

der Flüssigkeit kann eine solche Ansammlung stattfinden und heißt dann „Wassersucht“.

Die Lymphgefäße des Körpers vervollständigen also den Kreislauf derart, daß sie diejenigen Stoffe aus den Geweben, welche von den Blutgefäßen nicht aufgesogen werden können, in das Blut überführen. In gleicher Weise wirken die von dem Darm kommenden Lymphgefäße dann, wenn keine Verdauung stattfindet, wenn also auch kein Chylus in sie übertreten kann. Die Lymphgefäße gehen nicht ganz ununterbrochen bis zum großen Brustgang, sondern bilden an den Beugestellen der Glieder, am Halse, im Gekröse ꝛc., Lymphdrüsen (Fig. 318), das heißt eine Anzahl Lymphgefäße löst sich an einer Stelle in ein feines Haargefäßnetz von Lymphdrüsen auf, aus welchem dann nur ein einziges größeres Lymphgefäß weiter geht und die veränderte Lymphe nach dem Brustkanal hinführt. In diesen Lymphdrüsen wer-

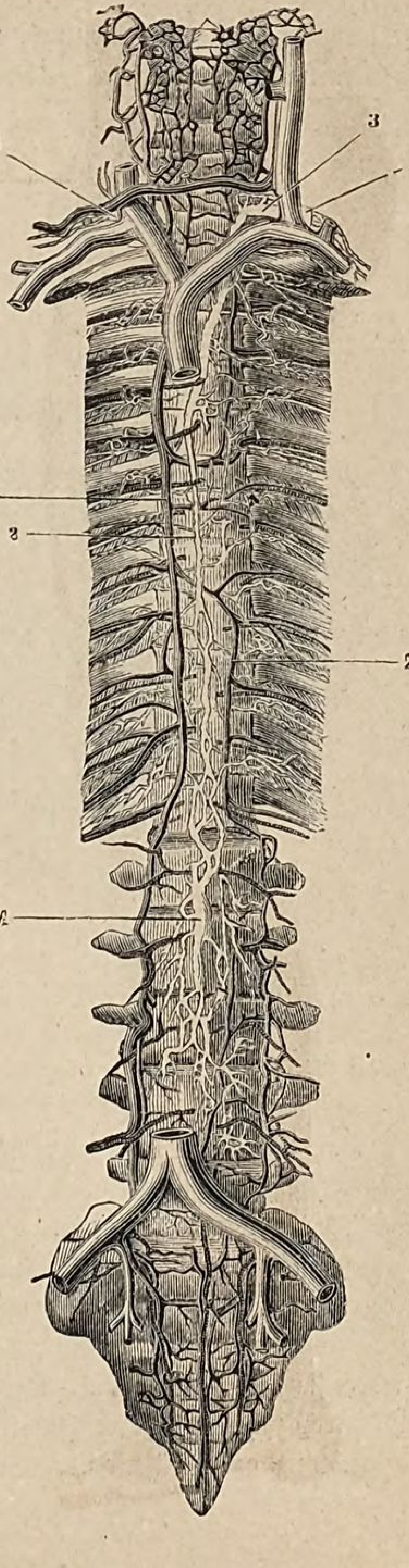


Fig. 317. Großer Brustkanal der Lymphgefäße mit seiner Einmündung in die Venen.

1 Ansammlung von Lymphe in einer Erweiterung. — 2 Brustkanal. — 3 Umbeugung des Kanales vor seiner Einmündung. — 4 Einmündung des Brustkanals in das Venensystem an der Stelle, wo die innere Drosselvene (Vena jugularis interna) und linke Schlüsselbeinvene (Subclavia sinistra) zusammenstoßen. — 5 Großes Lymphgefäß der rechten Seite — (6 Vena azygos. — 7 Vena semiazygos.)

den besonders unlösbare und, wie es scheint, auch manche dem Organismus nachtheilige Stoffe, selbst wenn sie lösbar sind, zurückgehalten.

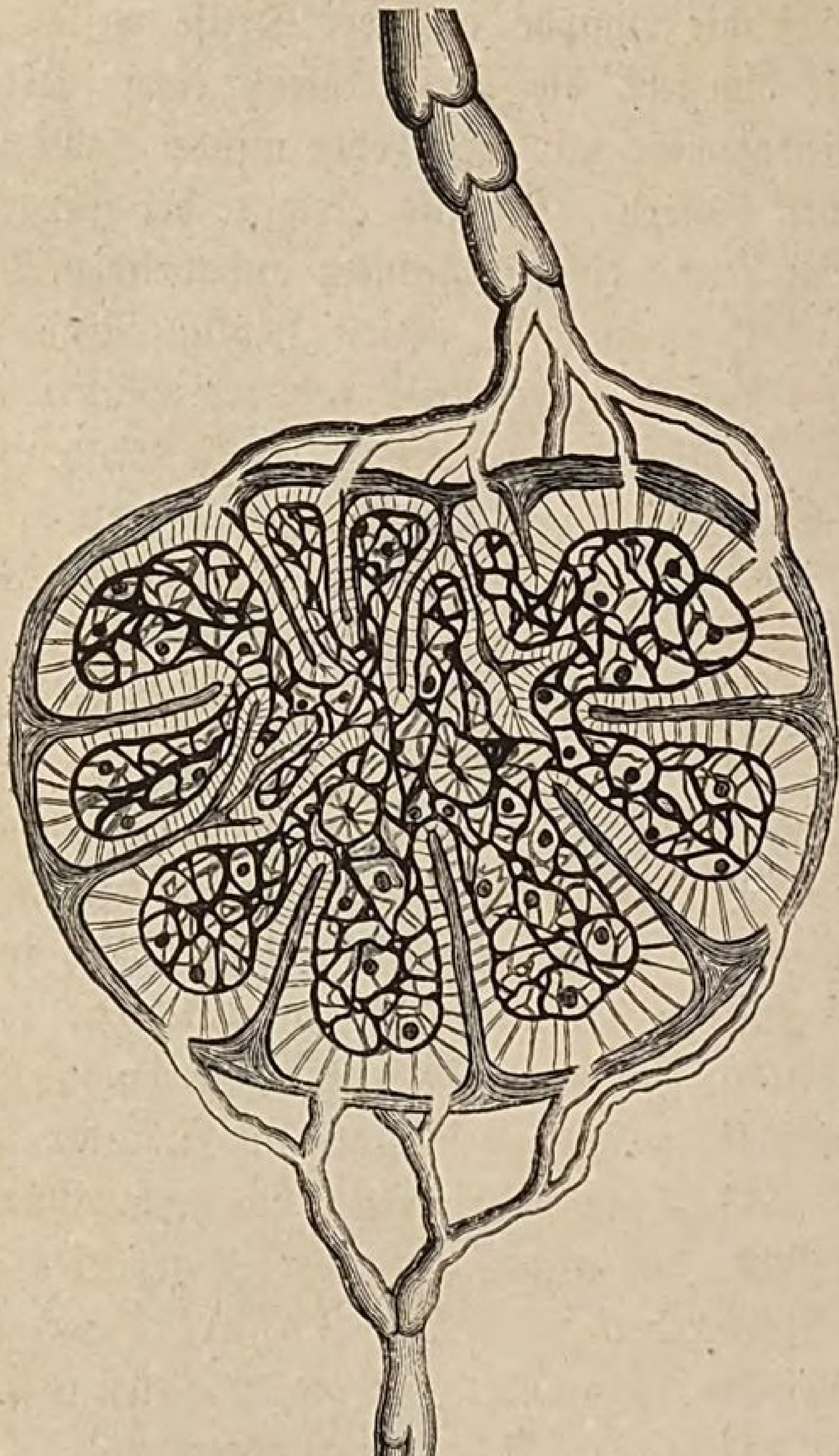


Fig. 318. Vereinfachter Durchschnitt einer Lymphdrüse des Menschen.

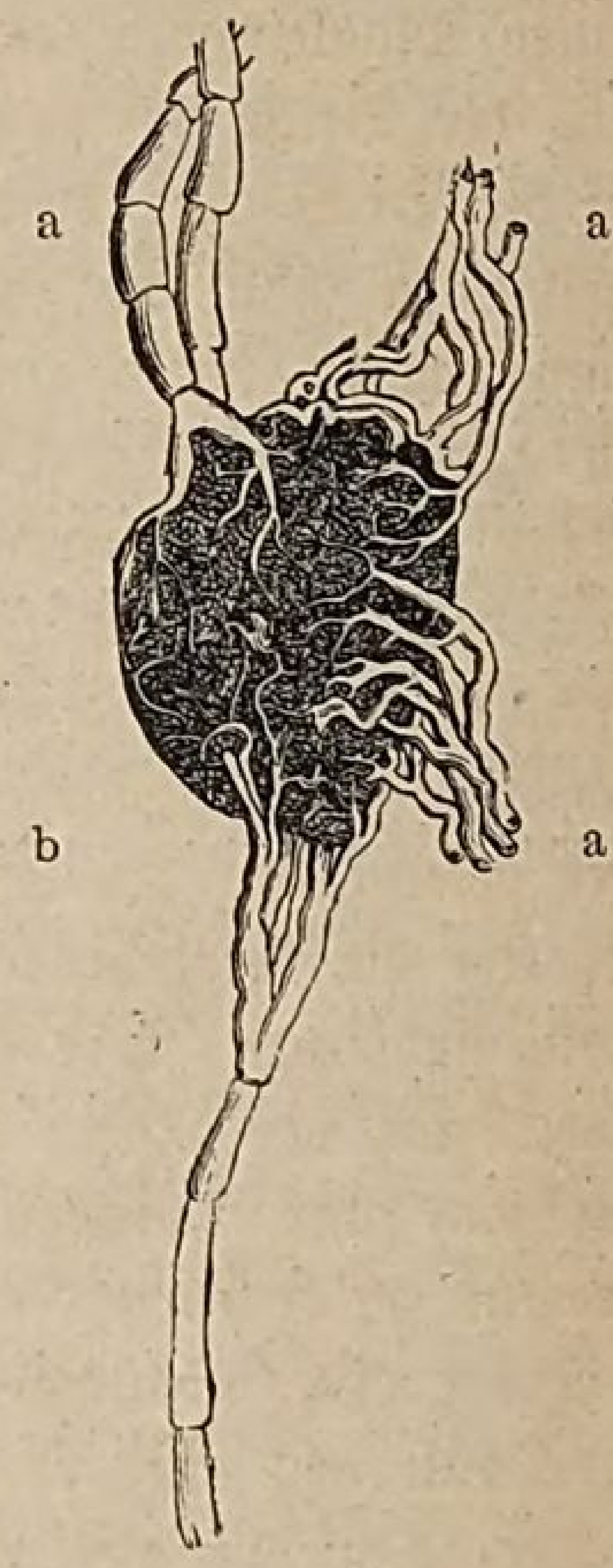


Fig. 319. Eine Lymphdrüse. a, a, a, zuführende Lymphgefäße. b das ausführende Gefäß.

Der Bau der Lymphdrüsen erhellt im Allgemeinen aus der vereinfachten (schematischen) Zeichnung des Durchschnittes einer solchen Drüse (Fig. 318). Man sieht oben das einführende, unten das ausführende Lymphgefäß die Rindenhülle durchbrechen und in Hohlräume münden, welche durch Vorsprünge der Rinde gebildet sind; diese erstrecken sich gegen das Innere der Drüse. — Ein reiches Netz von Blutgefäßschleifen befindet sich im Mittelpunkte der Drüse und der Hohlräume. Dasselbe wird durch zahlreiche feine Fäden an seiner Stelle erhalten, die sich in Querrichtung an Drüsenrinde, Vorsprünge und Blutgefäße ansetzen.

Die länglich-eiförmigen, seltener rundlichen, menschlichen Lymphdrüsen haben freilich in Wirklichkeit einen viel zusammengesetzteren Bau. An verschiedenen Seiten dringen Lymphgefäße in dieselben ein, aber gewöhnlich führt nur ein Lymphgefäß die Lymphe aus der Drüse weiter fort (vgl. Fig. 319). Eine Hülle umzieht die Drüse gleich einer Rinde; diese besteht aus faserigem Bindegewebe mit mehr oder minder zahlreichen glatten Muskelfasern (elastischen Fasern), ist also geeignet bei Vergrößerung der Drüse sich auszudehnen und einen kräftigen, anhaltenden Druck auf die Drüse und deren Inhalt auszuüben. Diese häutige Rinde läßt nach innen zahlreiche, ebenfalls aus elastischer Haut gebildete Blätter ausgehen, welche unter einander in Verbindung stehen und welche zwischen sich zahlreiche, ebenfalls untereinander verbundene Hohlräume oder Fächer (Alveolen) begrenzen. Der innere Drüsentheil, die Mark-Substanz wird von einem Netz zarter Fasern und Blättchen durchzogen und hierdurch zu einem schwammartigen Gebilde gemacht; die stärkeren Fasern tragen feine Bluthaargefäße, welche im innersten Theile sich zu einem Netz vereinigen. In der Mitte jedes Hohlraumes befinden sich ebenfalls netzartig sich verbindende Blutgefäße auf und in einem festeren Kerne der Drüsensubstanz. Die eintretenden Lymphgefäße öffnen sich in die Hohlräume der Rinde und ergießen ihren Inhalt in dieselben, welche gleichsam ihre Fortsetzung bilden; — die austretenden Lymphgefäße nehmen im Innern der Drüse ihren Anfang, bilden in einander übergehend größere Stämme, — welches Zusammentreten sich auch außerhalb der Drüse noch fortsetzt (Fig. 319) bis endlich ein einziges größeres ausführendes Gefäß aus ihnen entstanden ist. Der Inhalt dieses austretenden Gefäßes beweist, daß die „Lymphdrüsen" die Bildungsstätte der Lymphzellen und der farblosen Blutkörperchen sind.

Die aus den Drüsen heraustretende Lymphe zeigt unter dem Mikroskop nicht mehr unregelmäßig geformte, zusammengeballte Körperchen, sondern einen Uebergang derselben in Zellen. Die Körperchen werden zuerst größer (Fig. 320, 1, 2, 3, 4), dann hebt sich auf einer Seite eine Zellenhaut von ihnen ab (5) und schließlich verschwindet das Zusammengeballte, bis eine Zelle mit einem Kern (6, 7, 8) übrig bleibt, welcher sich durch Theilung in mehrere spaltet (9 bis 12). —

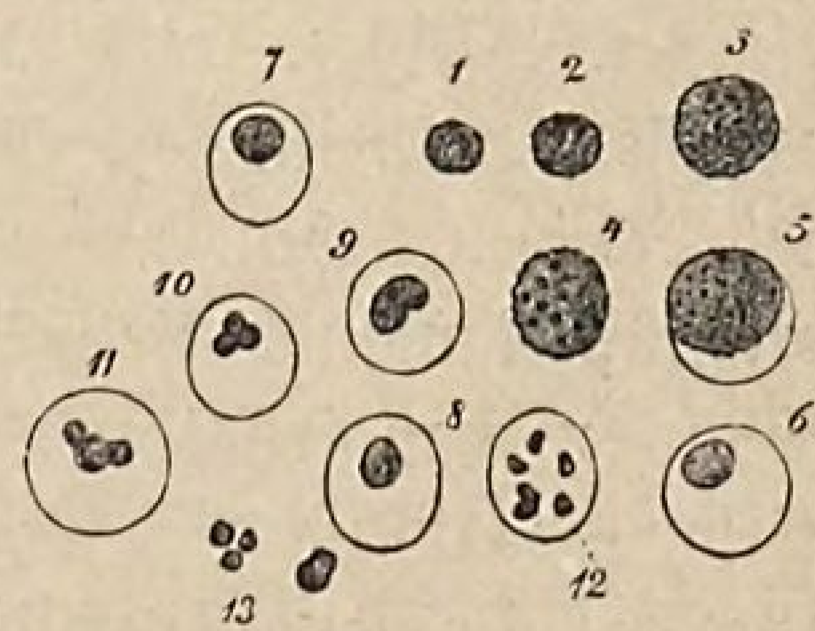


Fig. 320. Zellen der Lymphe.

Zum Theil gehen aber die zusammengeballten Körperchen unmittelbar in das Blut über. Dann erhalten sie keine sie einschließende Zellhaut, sondern wandeln sich in rothe Blutscheiben um, nachdem sie einige Zeit lang als farblose Blutkörper im Kreislaufe gewesen.

Die Umwandlung, welche Chylus und Lymphe auf ihrem Wege in das Venensystem erfahren, besteht in Zunahme der eiweißartigen Bestandtheile, während Fett und Zucker abnehmen. Diese Umwandlung findet statt in den Lymphdrüsen. Dabei wandeln sich allem Anschein nach auch Lymphkörperchen und Lymphzellen um in Blutkörperchen oder Blutscheiben, jene wichtigen Bestandtheile des Blutes, welche besonders beim Athmungsvorgange thätig sind.

Die Blutkörperchen des Menschen sind kleine flache Scheiben, welche am Rande dicker als in der Mitte, daher bei Betrachtung mit durch sie hindurchgehendem Lichte unter dem Mikroskop im Innern heller, am Rande dunkler gefunden werden. Setzt man jedoch einen Tropfen Wasser unter dem Mikroskop dem Blute zu, so quellen diese Scheiben auf zu runden Kugeln (Fig. 321a), und bei längerer Berührung mit Wasser löst sich ihr Inhalt auf, so daß sie ganz durchsichtig werden. Trocknet dagegen das Blut ein (b), so erhalten diese Kugeln bald unregelmäßige, bald regelmäßige, neben einander befindliche Einknickungen, so daß sie die Form von Sternen zuweilen annehmen. Fährt man mit einem mit Blut befeuchteten Finger rasch wagerecht an einer Glastafel vorüber, so daß man sie nur streift, so bleiben an der Stelle, wo man sie berührt, eine Anzahl Scheiben kleben, und diese zeigen dann im eingetrockneten Zustande den verdickten Rand und die in der Mitte durchsichtigere Stelle sehr deutlich (c). Betrachtet man frisch aus der Ader eines lebenden Thieres oder Menschen gekommenes Blut in sehr dünner Schicht unter dem Mikroskop, so sieht man den Vorgang der Gerinnung (d), der Faserstoff im Blute bildet feine, sich kreuzende, etwas unregelmäßig geformte Fäserchen. Ist die

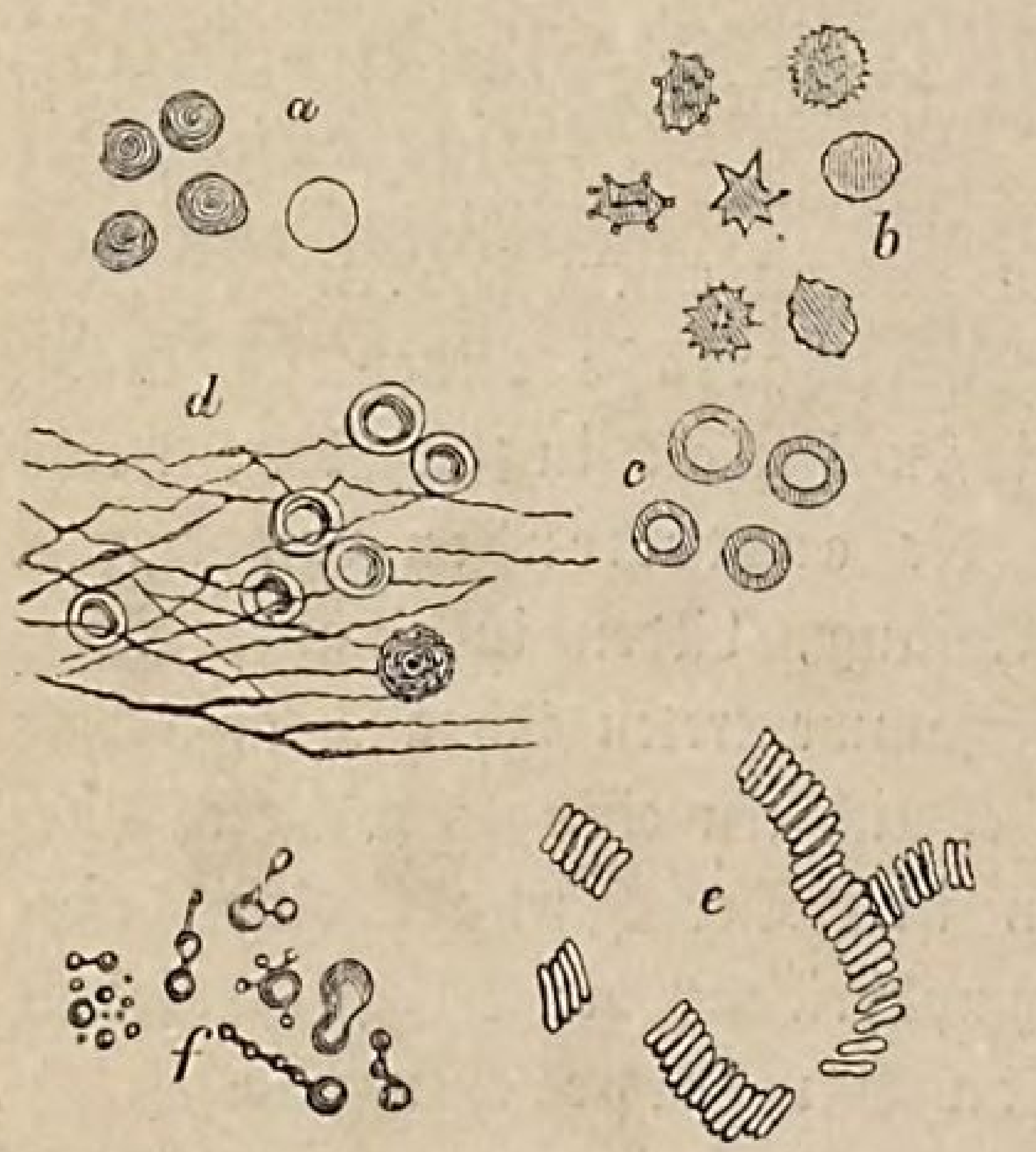


Fig. 321. Menschliche Blutkörperchen.

Blutschicht dick, so legen sich jedoch, ehe dies geschieht, die einzelnen Blutscheiben geldrollenförmig aneinander (e) und lassen einen größeren Zwischenraum zwischen sich. Erwärmt man endlich mittelst besonderer Vorrichtungen Blutzellen von Menschen oder Säugethieren unter dem Mikroskop, so erleiden sie überraschende Veränderungen (f); es entstehen Einknickungen mit kugeligen Abschnürungen an Fäden, gestielte Kugeln und die wunderlichsten Formen, bis endlich die Blutzellen in sehr kleine Kügelchen zerfallen. Dies findet statt, wenn das Blut auf 40 bis 42 Grad Réaumur erwärmt wird, also um 10 Grade mehr, als im menschlichen Körper. Läßt man es dagegen gefrieren, oder läßt man elektrische Funken durch die Flüssigkeit schlagen, so lösen sich die Zellen auf, und das Blut bildet eine rothe Lackfarbe.

Beim geronnenen Blute (d) sahen wir außer den Blutzellen auch eine Kugel, dem Anschein nach eine aus der Lymphe stammende, dem Blute beigemischte farblose Zelle. Auf je 1000 rothe Blutscheiben finden sich im menschlichen Blute nur 1 bis 3 derartige runde Zellen. Auch diese zeigen merkwürdig gestaltete Veränderungen, wenn wir sie bei etwas stärkerer Vergrößerung untersuchen und sie dabei bis auf die Temperatur des Blutes, und darüber, erwärmen.

Die runde Zelle (Fig. 322, 1) erhält kleine Hervorragungen (2, 3, 7) bald nur nach einer Seite, bald nach zwei Seiten (4, 5, 6, 8, 9) und bewegt sich unter beständigem Formenwechsel zwischen den einzelnen Blutkörperchen hin, fast wie ein lebendiges Thier, was sie jedoch bestimmt nicht ist. Zuweilen schwellt die Zelle auf, verlängert sich, (10) und wandelt sich bei

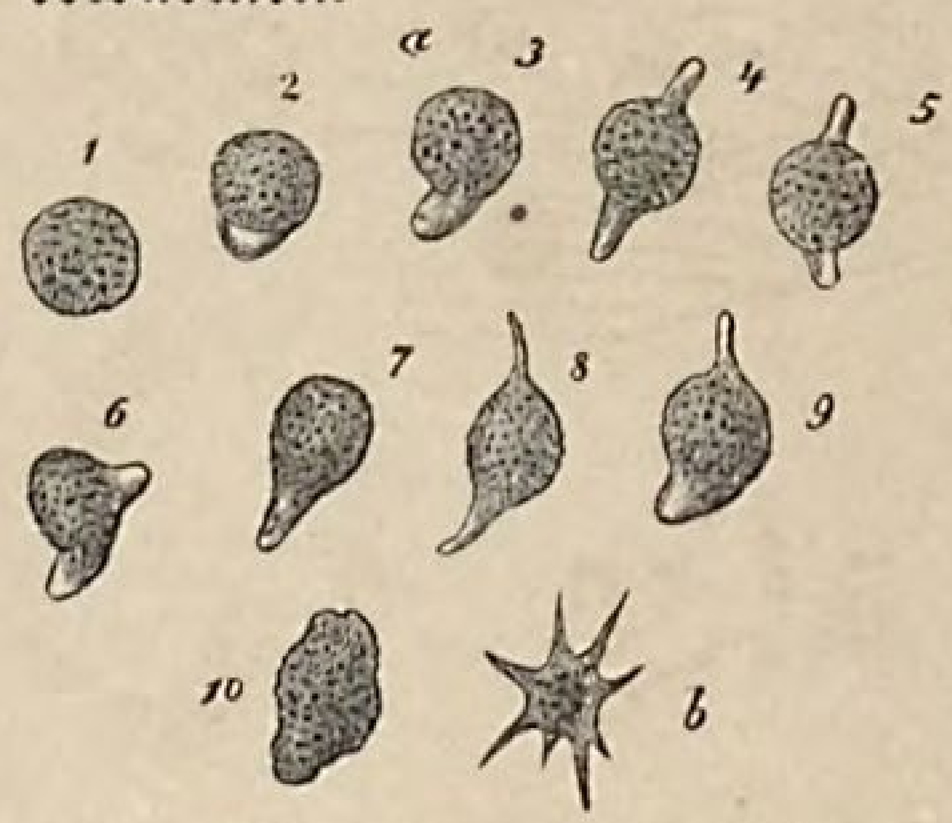


Fig. 322. Bewegliche Zellen aus dem Blute des Menschen.

längerem Verweilen des Blutes unter der Beobachtung in Formen um, welche denen des eintrocknenden Blutes auffallend ähnlich sind (b). — Diese sich bewegenden, einschnürenden, sich verkürzenden und verlängernden Zellen hat man in jüngster Zeit auch in der Milch beobachtet und hat dabei gesehen, daß dieselben kleine Milchkügelchen aus ihrem Innern heraustreten lassen, während man bei den sich bewegenden Zellen des Blutes wahrnahm, daß kleine feste Theile, die neben ihnen in der Flüssigkeit sich befanden, hineingelangten in das Innere der beweglichen Zellen.

Auch die farbigen Blutscheiben können im menschlichen Körper vielfach ihre Gestalt verändern. So ist wiederholt beobachtet worden, daß die Blutscheiben durch Zwischenräume in den Geweben und in der Wand des Blutgefäßes hindurchtraten und aus dem Blutgefäße heraus in benachbarte Theile förmlich wanderten. Dies geschieht nicht nur bei der Entzündung, sondern auch im gesunden Zustande. Sowol die rothen als die weißen Blutkörperchen stehen durch ihre Weichheit, Dehnbarkeit und Formlosigkeit an der Grenze der festen und flüssigen Körper und können daher ohne Zerstörung ihres eigenthümlichen Baues und ihrer Gestalt durch die engsten Räume eines feinen Filters hindurchtreten.

Man hat auf der durchsichtigen Zunge des Frosches unter dem Mikroskop unmittelbar die Wanderungen einzelner weißen Blutkörperchen beobachten können, und konnte beim langsamen Vorrücken des Körperchens ebenso das kleine Blutgefäß abzeichnen, durch dessen Wandung sich einzelne farblose Blutkörperchen langsam hindurchzwängen, als den Weg, die „Wanderbahn", welche das Körperchen zurücklegt, indem es über die Zellen des Körpergewebes langsam hinweggleitet, bis es in die Mundöffnung eines Lymphgefäßes eintritt und somit auf seiner Wanderung aus dem Blutgefäßsystem in das Lymphgefäßsystem zurückgekehrt ist. Vermittelst dieses, 1873 beobachteten, eigenthümlichen Mechanismus werden die kleinen Blutgefäße von den in ihnen befindlichen und etwa sich anstauenden farblosen Blutkörperchen entlastet. Weil die letzteren nämlich minder glatt sind als die röthlich gefärbten, so haften sie an der Wand des Blutgefäßes; man sieht in der Abbildung (Fig. 323), daß die rothen länglichen Blutscheiben des Frosches in der Mitte der Blutbahn hinfließen, während die runden weißen Blutkörperchen unmittelbar an der Wand langsamer weiter rollen; sie können sich an der Innenwand der Blutgefäße ansammeln, so daß sie schließlich für den Blutlauf ein Hinderniß darbieten. Ist die Zahl der sich anhäufenden weißen Blutkörperchen keine zu große, so beseitigt sich dieses Hinderniß selber durch Ueberwandern der weißen Körperchen in die Lymphgefäße. Der Mechanismus des Auswanderns dürfte folgender sein: Durch den erhöhten Druck im Innern der Blutgefäße wird von der farblosen Blutflüssigkeit (Serum) etwas ausgedrückt und mit ihr das sehr elastische Blutkörperchen; letzteres erleidet außerhalb des Blutes Gestaltveränderungen in Folge des Gesetzes der Umwandlung der Kräfte, das heißt: der chemische Vorgang im Inneren des Blutkörperchens wird in mechanische Kraft, also Bewegung, um-

gesetzt. (Das Gleiche beobachtet man z. B. auch an den Leber-Zellen eines frisch getödteten Thieres, welche man durch vorsichtiges Abschaben von der frischen Schnittfläche der Leber losgelöst hat und auf einem etwas über Blutwärme erwärmten Objektträger aus dickem Spiegelglase in verdünntem Eiweiß beobachtet. Man sieht dann die Zelle ihre Gestalt verändern, so daß sie in Folge dessen ihren Ort verändert und es den Anschein hat, als ob sie willkürlich umherkröche.) Daß das Blutkörperchen in eine Mundöffnung eines Lymphgefäßes schließlich gelangt, ist ebenfalls nur ein mechanischer Vorgang. Jeder sich vorschiebende Gegenstand wird da in die Tiefe gelangen, wo er keinen Widerstand findet, — ebenso wie eine rollende Kugel in ein auf ihrem Rollwege befindliches Loch hineinfällt.

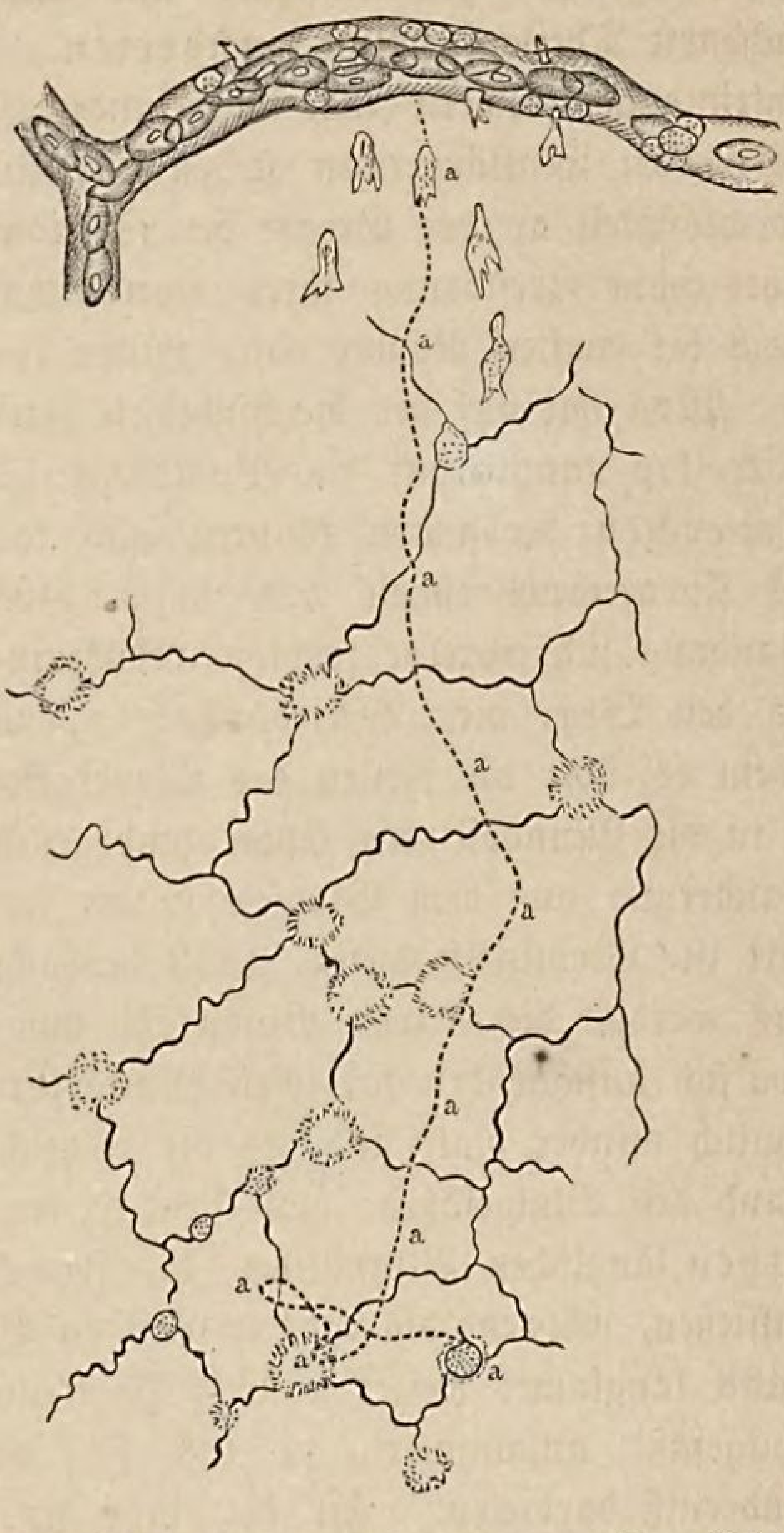


Fig. 323. Wanderbahn eines weißen Blutkörperchen aus dem Blutgefäße bis zum Stoma des Lymphgefäßes. (Vergr. 320.)

Oben ein Stück des Blutgefäßes. — Die Bahn ist durch eine punktirte Linie angegeben und mit a, a, a, a bezeichnet.

Die Mundöffnungen (Stomata) der Lymphgefäße wurden 1866 (von Ludwig und Schweigger-Seidel) genauer erforscht. Ein Beobachter sah zu seiner Ueberraschung, wie auf der unteren Seite des Zwerchfelles eines eben getödteten Kaninchen an einzelnen Stellen Milchtropfen unmittelbar in die Lymphgefäße übergingen, wobei die Fettkügelchen der Milch sich lebhaft in Form eines kleinen Strudels bewegten, und dann in die Tiefe einflossen, in das Lymphgefäß. Diese Stellen wurden als Mundöffnungen (rundliche dunkle Kreise mit etwas lichterer

Mitte) erkannt, und sind von der sehnigen Mittelscheibe des Zwerchfelles der Kaninchen nebst einem Theile des dichten Lymphgefäßnetzes auf Tafel XVI, Fig. 1 (S. 614) abgebildet. Sie dienen: unausgesetzt die vom Blute ausgeschiedene Flüssigkeit aufzunehmen; so werden in der Bauchhöhle die Därme auf ihrer äußeren Oberfläche beständig durch diese Flüssigkeit abgespült, und es würde eine Ansammlung der Flüssigkeit in der Bauchhöhle entstehen (Bauchwassersucht), wenn nicht im gesunden Zustande des Menschen ununterbrochen die Mündungen der Lymphgefäße auf dem Zwerchfelle und auf anderen Stellen der Innenfläche des Bauches die Flüssigkeit wieder aufnähmen und durch die Lymphgefäße in das Blut wiederum überführten. So findet also auch hier ein unausgesetzter Kreislauf der vom Blute ausgeschiedenen Flüssigkeit statt, welche durch die Lymphgefäße in das Blut zurückkehrt, nachdem sie in den Lymphdrüsen gewisse Veränderungen erlitten hat. Auch das Lymphgefäßnetz anderer Körpertheile besitzt derartige Mundöffnungen. Die Athembewegungen des Zwerchfelles erscheinen für Oeffnen und Schließen der Mundöffnungen von besonderer Wichtigkeit, so daß die Oeffnungen hier gleich einer Anzahl kleiner Herzen die Aufnahme und Weiterbeförderung der Lymphe begünstigen.

Bei mehreren Säugethieren hat man an der Einmündungsstelle der Lymphgefäße in die Venen Lymph-Herzen entdeckt, das heißt, Erweiterungen der Lymphgefäßwand mit ringförmigen Muskelfasern, welche ähnlich wie das Blut-Herz in regelmäßigen Zwischenräumen einander folgende Zusammenziehungen (Rhytmische Kontraktionen) ausführen. — Bei Fischen fand man derartige Zusammenziehungen an den nach dem Schwanze zu gelegenen Lymph-Hohlräumen. — Beim Strauß, dem Casuar und einigen Schwimmvögeln bestehen ein oder zwei hintere Lymph-Herzen; — bei den Fröschen und anderen Reptilien finden sich sowol an den hinteren als vorderen Mündungsstellen Lymph-Herzen, und zwar liegen bei den Fröschen die vorderen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, die hinteren auf den Darmbeinen; man sieht beide bei eben erst getödteten (geköpften) Thieren sich lebhaft bewegen. Alle Lymph-Herzen haben einen Muskelapparat, ähnlich wie das Blutherz der Krebse und einen Klappenapparat, welcher Richtung des Lymphstromes und Menge desselben (also auch Schnelligkeit) regelt.

Die Form der menschlichen Blutkörperchen ist, wenn von der Fläche aus gesehen, eine runde Scheibe, die in der Mitte einen runden Schatten hat; doch erblickt man diesen Schatten nur dann, wenn das Mikroskop so eingestellt wird, daß gerade die Mitte der Scheibe in dem Punkte des deutlichen Sehens sich befindet. Stellt man dagegen das

Mikroskop ein, daß der Rand der Scheibe in der für das deutliche Sehen nothwendigen Entfernung ist, so sieht man den mittlern Theil blaß, dagegen den Rand dunkel (Fig. 321, c. d). Die Ursache dieser Erscheinung wird uns klar, wenn wir ein menschliches Blutkörperchen von der Seite, d. h. auf der Kante stehend, betrachten, was bei den Bewegungen der Blutkörperchen in der Flüssigkeit, wobei sie sich um sich selbst herum wälzen, oft möglich wird; wir sehen dann, daß das Blutkörperchen die Form eines Biscuits auf dem Durchschnitte annimmt, nämlich an den Rändern etwas dicker, in der Mitte der Scheibe dünner. Der Schatten kommt also dadurch zu Stande, daß die Lichtstrahlen beim Hindurchgehen durch die Blutscheibe von den schiefen Rändern der äußern Randerhöhung etwas abgelenkt werden.

Die Größe und Form der Blutkörperchen ist sehr verschieden bei verschiedenen Thieren. So haben die Elephanten größere Blutkörperchen, als der Mensch, während Ziegen, sowie Rinder, Schafe und andere Wiederkäuer kleinere Blutkörperchen haben. Die Blutscheiben des Kameels und der ihm nahe stehenden Thiere sind nicht nur kleiner, als die menschlichen, sondern auch länglich oval.

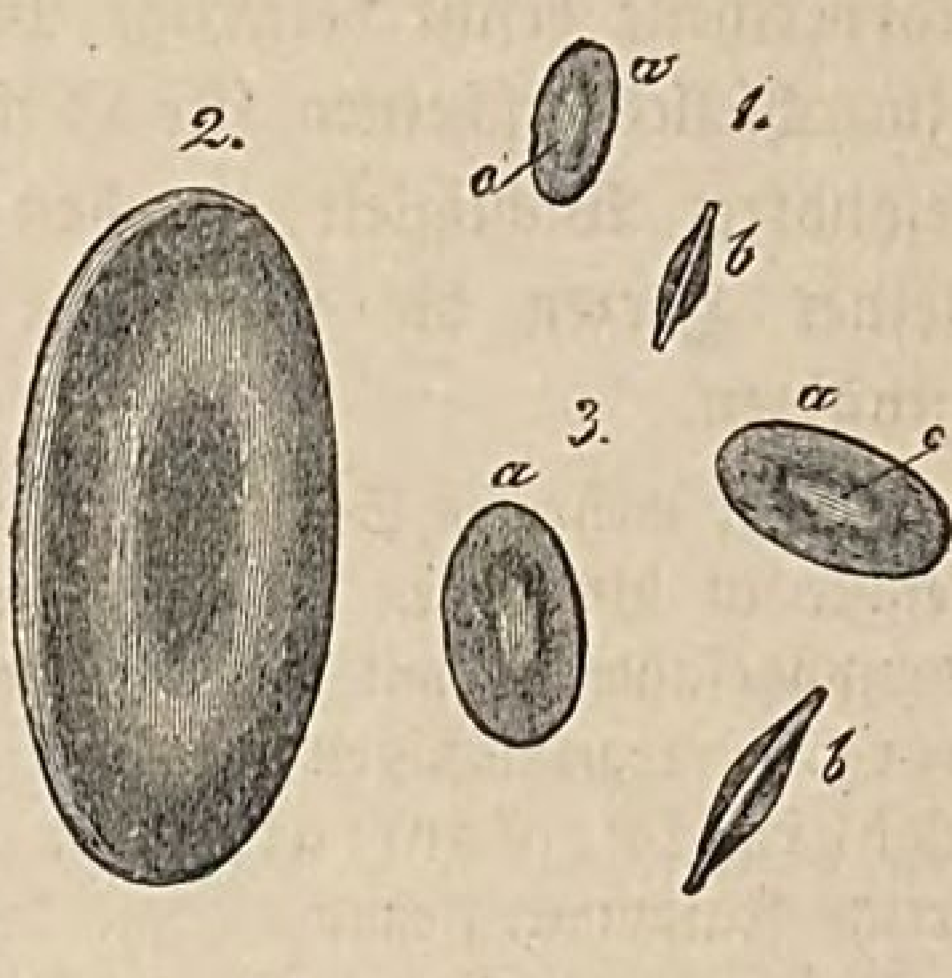


Fig. 324. Längliche Blutscheiben.

1. Blutzellen der Taube; — a von der Fläche gesehen, — b von der Seite.

2. Eine Blutzelle des „Proteus anguineus" oder Olm, Höhlen-Salamander.

3. Blutzellen des Frosches; — a von der Fläche, — b von der Seite, — c durch Wasser entfärbt und aufgequollen.

Längliche Blutkörperchen finden wir bei der Mehrzahl der Thiere, z. B. bei den Tauben (Fig. 324, 1) und den übrigen Vögeln; — nicht minder beim Frosch (3) und andern Amphibien, beim Erdsalamander und dem blinden, halb durchsichtigen, nur in unterirdischen Gewässern gefundenen Olm (2, — proteus anguineus). Dabei sind die Blutkörperchen des kleinen Olm mehr als zehnmal so groß, wie die des Menschen, während das Thierchen nicht viel länger als eine Spanne unserer Hand ist. Auch Fische haben in der Regel ovale Blutscheiben.

Die Blutkörperchen scheinen theils in den Lymphdrüsen, theils mehr noch in der Milz aus den Lymphkörperchen gebildet zu werden. In der Leber wird nicht nur von dem in die Leber einfließenden Arterien- und Venen-Blute „Galle" abgesondert, sondern es wird auch „Zucker" (aus stickstoffhaltigen Nährstoffen) gebildet. In der Leber und der Milz zerfallen endlich auch

alte Blutkörperchen. — Der Farbstoff des Blutes findet Verwendung bei gefärbten Gebilden unseres Körpers, z. B. bei dem dunkel gefärbten Platten-Epithelium oder den Pigmentzellen, wie man sie im Auge findet.

Außerdem dient zur Entstehung der Lymph- und Blutkörperchen das Knochenmark. Dasselbe ist also nicht nur ein Nahrungsvorrath, welchen bei ungenügender Ernährung des Körpers die Blutgefäße aufsaugen können, sondern dient auch für gewöhnlich der Bildung der Blutbestandtheile. — —



Fig. 325. Dunkelgefärbte Platten-Epithelialzellen.

Unser Blut nimmt beim gewöhnlichen Athmen aus der Atmosphäre in der Regel keine anderen Gase in sich auf, als Sauerstoff. Bei lang andauerndem Hunger tritt auch Stickstoff in das Blut über. In der ausgeathmeten Luft aber finden sich nicht nur Kohlensäure, sondern auch (der beim Einathmen in die Lunge gelangte Stickstoff, ferner Wasserstoff, aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetztes Gas, sogenanntes „Grubengas") und in geringen Mengen noch Ammoniak und Schwefelwasserstoff. In 100 Raumtheilen Blut sind in der Regel 30 Raumtheile Kohlensäure, 15 Raumtheile Sauerstoff, 1 bis 4 Raumtheile Stickstoff und nur äußerst geringe Spuren der anderen Gase enthalten. Der Stickstoff ist wahrscheinlich nur mechanisch übergetreten in das Blut und hat keinen Nutzen oder Nachtheil für uns. Sauerstoff und Kohlensäure dagegen sind zum größten Theile chemisch gebunden, und nur ein geringer Theil der Gase ist dem Blute mechanisch beigemengt.

100 Gewichtstheile Blut bestehen aus etwa 79 Theilen Wasser und 21 Theilen fester Bestandtheile, welche letztere namentlich eiweißartige sind (Eiweißstoff, Faserstoff, Globulin und mit diesem verbunden der eisenhaltige Farbstoff des Blutes: „Hämatin"). — Neben den eiweißartigen Stoffen finden sich im Blute Fette, zum Theil fein vertheilt, so daß man sie in der Blutflüssigkeit mit dem Mikroskop sehen kann, zum Theil in der chemischen Verbindung der Seifen. Ein regelmäßiger Bestandtheil des Blutes ist Traubenzucker, der jedoch in der Regel nur in geringer Menge vorkommt. Flüchtige Fettsäuren werden immer gefunden, Milchsäure nur zuweilen. Regelmäßig aber ist im Blute Harnstoff, welcher in die Nieren überfiltrirt, und von den Mineralbestandtheilen: Kali,

Natron, Kalk, Bittererde, Eisen, Mangan, Chlor, Kieselerde, wenn auch in sehr geringen Mengen.

Die Bestandtheile des Blutes sind vertheilt an die Blutzellen und an die Blutflüssigkeit, welche letztere man „Plasma" nennt. In einem Kubikmillimeter Venenblut, also in einem Tröpfchen von der Größe eines mittlern Stecknadelkopfes, findet man beim Manne in der Regel 5 Millionen Blutkörperchen, beim Weibe 4½ Millionen, wie durch besondere mühsame Zählungsmethoden nachgewiesen ist. — Von den Gasen enthält das Plasma, also die Flüssigkeit, vorwiegend die Kohlensäure, während der Sauerstoff größtentheils an die Blutzellen gebunden ist. Namentlich findet sich der ozonisirte Sauerstoff (Ozon) ausschließlich in den Blutkörperchen, deren Blutroth (Hämatin) wahrscheinlich die Umsetzung des eingeathmeten Sauerstoffs in Ozon oder in wirksamen Sauerstoff ausführt.

Von den festen Bestandtheilen werden Faserstoff und gelöstes Eiweiß ausschließlich in der Flüssigkeit — Globulin, Hämatin und ein unlösbarer Eiweißkörper ausschließlich in den Blutkörperchen gefunden, — während die übrigen Stoffe in beiden Bestandtheilen vorhanden sind. Ferner enthalten die Zellen überwiegend phosphorsaure Alkalien und Kalisalze, im Plasma dagegen befinden sich chlorsaure und schwefelsaure Alkalien und Natronsalze in großer Menge. — Im Allgemeinen scheint die chemische Zusammensetzung der Blutzellen der chemischen Mischung unserer „Gewebe" zu entsprechen, während die Blutflüssigkeit in ihrer Zusammensetzung den Flüssigkeiten ähnelt, welche vom Körper „ausgeschieden" werden. Man ist berechtigt, hieraus den Schluß zu ziehen: daß die Blutkörperchen rücksichtlich ihrer Verrichtung den Geweben des Körpers nahe stehen (was ja auch in der That der Fall ist), daß dagegen die Blutflüssigkeit die in den Geweben unbrauchbar gewordenen Stoffe in sich aufnimmt und den abscheidenden Drüsen übergibt, wie wir dies bei der Niere des Nähern kennen gelernt haben.

Die Gesammtmasse unseres Blutes richtet sich nach dem Gesammtgewichte des Körpers und macht ungefähr den zwölften Theil desselben bei wohlgenährten Personen aus. Ein Mann des mittlern Gewichtes von 130 Pfunden würde demnach in seinem Körper 10 bis 11 Pfund Blut haben. Eine Frau gleichen Gewichtes hat etwas weniger. Bei großem Blutverluste durch Verwundungen oder Aderlässe wird die verloren gegangene Blutmasse ziemlich rasch ersetzt durch Neubildung

des Blutes (aus Chylus, Lymphe, die Milz, Leber, Knochenmark). Hat aber durch Krankheiten oder andauernde große Anstrengung die Blutmasse Verminderung erlitten, ist namentlich die Menge der rothen Blutkörperchen gering (Bleichsucht, Blutarmut), so dauert der Wiederersatz sehr lange Zeit. Schon vor 2000 Jahren hat der griechische Arzt Hippokrates die Beobachtung niedergeschrieben, daß nach einem Nervenfieber ein bis dahin gesunder und kräftiger Mann 18 Monate Zeit bedürfe, um sich zu erholen; nach anderen Krankheiten, welche die Blutmischung verändern oder gar fremde Stoffe dem Blute beimengen (Diphtheritis) ist die doppelte Zeit nöthig, und ist dabei besonders von reichlicher Sauerstoffzufuhr bei Tage, wie mehr noch bei Nacht, die Zeitdauer abhängig. Wie überall, so ist auch in Beziehung auf Ernährung das Einreißen leichter, als das Aufbauen.

Wenige Wochen genügen, um den Ernährungszustand eines Organismus herabzusetzen, den Stoffwechsel zu verringern und dadurch alle Verrichtungen von minderer Leistungsfähigkeit zu machen: ein Zustand, den man gewöhnlich mit „Schwäche" bezeichnet; — allein Monate gehören dazu, um unter den günstigsten äußeren Bedingungen bei vernünftig geordneter Lebensweise wieder jenen regelrechten Zustand des Stoffwechsels herbeizuführen, welchen wir Gesundheit nennen und dessen längere Andauer durch möglichst vollkommene Entwickelung der einzelnen Organe bei gleichzeitiger sorglich überwachter Uebung derselben und gehörigem Wechsel zwischen Anstrengung und Ruhe jenen Zustand uns gewinnen läßt, in welchem wir uns im Vollbesitz unserer Kräfte befinden und daher „kräftig" genannt werden können.

Schlußwort.

Wir sind bei der Rundschau über die Lebensvorgänge im Menschenleibe wiederum dort angelangt, von wo wir ausgingen: beim Stoffwechsel.

Von ihm hängt unsere Kraft oder Schwäche körperlich ab und — soweit nicht Erziehung, Gewöhnung und Selbstbeherrschung ihren Einfluß geltend machen können — auch auf geistigem Gebiete. Die geläuterte Physiologie unserer Tage wird (bei allem Nachdruck, welchen sie auf richtige Ernährung legt) nicht mehr auf den Irrweg verfallen, von der Menge der zugeführten Nährstoffe die Eigenartigkeit der geistigen Kraftäußerungen abzuleiten und kein Sachverständiger wird heute noch so abergläubisch sein, den Genuß der Gewürze mit Blutgier in unmittelbare Beziehung zu stellen, vom Trinken des Kaffee eine Steigerung der Einbildungskraft und vom Thee eine Erhöhung des Scharfsinnes zu hoffen, oder gar die Denkfähigkeit des Gehirnes abhängig vom Vorhandensein des Phosphor in demselben zu wähnen. Dies waren Ausschreitungen, deren kühne Flugkraft hervorgerufen wurde durch den gerechten Zorn über die nicht minder abergläubischen Behauptungen der entgegengesetzten Richtung; daß der Geist unabhängig sei vom Körper, hineingepreßt wie edler Wein in ein schnödes irdenes Gefäß, verbunden als ideales Wesen mit einem ihm fremdartigen Genossen, gehemmt im überirdischen Fluge und in seinem Streben nach Heiligung durch die zur Sünde herabziehenden materiellen Bedürfnisse und das Bleigewicht des Leibes. — Beide entgegengesetzte Anschauungen sind „philosophische“ Systeme, fremd der „Physiologie“, der Lehre vom Leben, durch verschiedenes Arbeitsverfahren und Arbeitsgebiet. Beide erscheinen vom naturwissenschaftlichen Standpunkte der auf sinnlicher Wahr-

nehmung beruhenden Erfahrung: als erträumte Aufstellungen. Beide haben nichts Gemeinsames mit der Naturforschung, welche nur mit Thatsachen rechnet: mit Beobachtungen und Experimenten, — welche ihnen daher auf ihr Gebiet nicht folgen kann und darf.

Eine der bedeutsamsten Thatsachen nun ist es: daß wir keine einzige Lebensäußerung kennen, welche nicht durch den Stoffwechsel vermittelt würde.

Die Thätigkeit der einzelnen Nerven und des Gehirnes ist gebunden: an bestimmte „Formen" der Organe, an bestimmte „Mischung" des Stoffes und an „meßbare Zeit".

Unverletzte Form der in Thätigkeit tretenden Theile unseres Leibes, richtige Mischung der Stoffe, aus denen sie bestehen, und genügende Zeit sind ebenso die Bedingungen, welche mit unumgänglicher Nothwendigkeit erfüllt werden müssen, wollen wir fühlen, — sehen, — hören, — sprechen, — riechen, — schmecken.

Und wieder treten uns die nämlichen Grundbedingungen entgegen bei der Verdauung der Speisen und Getränke, — bei der Entwickelung der Wärme, — und bei der Muskelzusammenziehung, von welcher die Bewegungen des Körpers, — sowie der Blutumlauf, — das Athmen, — und also auch mittelbar Blutbereitung und Stoffwechsel abhängen.

Wunderbar greifen die einzelnen Theile des Räderwerkes in einander. Einfache Mittel genügen; aber sie sind wirkungsreich. Gleichem Gesetze erweisen sich unterthan die scheinbar so verschiedenen Lebensvorgänge des Denkens, — der Sinneswahrnehmung, — der Ernährung. —

Form der Theile, chemische Mischung, Zeitdauer — also Raum, Stoff und Zeit — geben die Bedingungen für die Lebensäußerungen. Zum Gewinnen und Erhalten dieser Bedingungen besteht ein einziges Hülfsmittel.

Dieses, den Umsatz der Stoffe, lernten wir zu Beginn unserer Darlegungen zuerst in seinen physikalischen, und am Schlusse derselben in einigen chemischen Vorgängen kennen; — im „Gesetz der Erhaltung der Kraft" versuchten wir den Umsatz im großen Haushalte der Natur und die Entstehung der von unserem Organismus ausgegebenen Kraft zu verfolgen, soweit es die Beschränkungen der vorliegenden Aufgabe gestatteten.

Auch hier begegneten wir der größten Einfachheit. Die gleichen Hülfsmittel gewähren uns die Möglichkeit der Körperbewegung und des Nachdenkens: unsere körperliche und unsere geistige Arbeit entspringen derselben „Quelle", wie sie denselben „Grundbedingungen" unterworfen sind.

Wenn wir von den Bedingungen der rein körperlichen Arbeit und zwar zunächst der Lebensverrichtung der Muskelröhren besser unterrichtet sind als vom Zustandekommen der zweiten rein körperlichen Stoffwechsel-Thätigkeit, welche in Ausscheidung bestimmter Lösungen, Mischungen und Stoffe durch die Drüsen besteht, — oder gar in denjenigen Körperthätigkeiten, welche die Nervenröhren in Hirn, Rückenmark und dem gesammten Organismus ausführen, — so liegt dies in den rein äußerlichen Umständen, daß die Muskeln der Untersuchung und Beobachtung in weit höherem Grade zugänglich sind als die anderen beiden Organ-Reihen, und daß sie namentlich vor diesen den großen Vorzug für unsere Untersuchung gewähren, im Leben wie unmittelbar nach dem Tode auf äußere Reizeinwirkungen in leicht erkennbarer Weise unmittelbar zu antworten (zu reagiren) durch Zuckungen, so daß man den Zustand der Ruhe und der Thätigkeit bestimmt unterscheiden kann. Bei Drüsen und Nerven ist dies nicht der Fall. Außerdem sind diese letzteren nur in ihrer Gesammtheit oder doch nur in größeren Theilen zu beobachten, während die einzelne abgetrennte Muskelröhre oder im Leben an durchsichtigen Theilen (hervorgezogene Froschzunge) die einzelne im Beobachtungs-Brennpunkte des Mikroskopes befindliche Muskelröhre in ihren Aenderungen der äußeren sichtbaren Erscheinung (Zuckung) verfolgt werden kann. Wir wissen demnach sicher: daß die Lebensthätigkeit der Muskelröhre in einer Zusammenziehung oder richtiger in gleichzeitiger Verkürzung und Verdickung der einzelnen Faser besteht, daß dabei innerhalb der Röhre eine Ortsveränderung des eigenthümlichen gallertartigen Zusammenziehungsstoffes stattfindet, welcher während der Ruhe an der Mittelscheibe des Bewegungs-Elementes anliegt, und sich im Augenblicke der Zusammenziehung an die beiden Endscheiben andrängt und verdichtet, wobei das Bewegungs-Element kürzer, dicker und härter wird, und wobei als Endergebnisse des Stoffumsatzes Aufnahme von Sauerstoff, Abgabe von Kohlensäure, Bildung von Milchsäure nachgewiesen sind. Durch diese Zerlegung des Vorganges haben wir einen Theil der sichtbaren Erscheinungen uns deutlich gemacht; die heutigen Kenntnisse gestatten aber noch nicht, die Ursachen der Verbreiterung der Endscheiben, sowie der Verdichtung und des Festerwerdens der kontraktilen Substanz zu erkennen. Trotzdem hat sich der chemische Vorgang etwas weiter ins Einzelne verfolgen lassen. Die lebende Muskelröhre enthält eine stickstoffhaltige Substanz, welche man „Inogen“ nennt, und welche aufgebaut ist aus zwei Stoffen: einer ihr sehr ähnlichen stickstoffhaltigen

Substanz „Myosin“ und einer noch nicht einzeln dargestellten Kohlenwasserstoffverbindung. Sobald sich nun die feinsten Fleischröhren eines Muskels zusammenziehen, spaltet sich das „Inogen“ in diejenige Substanz, aus welcher es ursprünglich hervorgegangen ist (d. i. „Myosin“) und in Wasser, Kohlensäure und Milchsäure. Diese drei stellen nun die unbrauchbar gewordenen Stoffbestandtheile der Muskelfaser dar, und werden theils vom Blute, theils von den Lymphgefäßen aufgenommen und fortgeschafft. Nachdem Wasser, Kohlensäure und Milchsäure aus der Muskelröhre entfernt sind, verbleibt im Muskel nur noch die ursprüngliche Muskelsubstanz „Myosin“, empfängt aber aus dem vorbeifließenden Blute wiederum die in ihrer Zusammensetzung noch nicht genau erforschte Kohlenwasserstoffverbindung in wässeriger Lösung, — oder stellt sie sich selbstthätig aus den Stoffen dar, welche sie dem Blute entnimmt, — und wandelt sich durch Aufnahme dieser Verbindung wiederum in „Inogen“ um, das heißt: in krafterzeugenden Stoff.

Dieser Vorgang in der Muskelröhre gibt ein Beispiel, in welcher Weise die Stoffe sich umsetzen bei den Lebensverrichtungen, sowie ein Beispiel von den mächtigen Veränderungen in den einzelnen Organen, welche mit Hilfe des Stoffwechsels vor sich gehen. Denn vom chemischen Standpunkte ist die Anhäufung des Myosin nur als eine „Gerinnung“ (Koagulation) des Muskelinhaltes zu erklären, welche in ähnlicher Weise auf Einfluß der Bewegungs- oder Willens-Nerven entsteht, wie die Gerinnung des Eiweiß durch die Hitze. Aber im letzteren Falle wird das Eiweiß in seinen Lebenseigenthümlichkeiten zerstört, wird getödtet, und kann höchstens mittelst des Pepsin, der Magensäure, wiederum gelöst und zu neuem Leben erweckt werden. Der Nervenreiz auf den Muskelstoff aber ist kein bleibender, sondern ein plötzlich wieder verschwindender, wobei das plötzlich geronnene Myosin auch ebenso plötzlich wieder in den früheren chemischen Zustand der Lösung zurückgehen kann, also belebt bleibt. Bei jeder Bewegung, — also bei jeder Zusammenziehung der Muskelfaser, — findet, wie mikroskopisch, so auch chemisch, eine vollständige Umänderung und Wiederherstellung der Muskelfaser statt. Die (elektrische) Einwirkung der Nerven bewirkt eine mechanische Bewegung des Muskelstoffes, welche sich in ihrer Summe als mechanische lebendige Kraft beim Heben einer Last u. s. w. zu erkennen gibt; — sie bewirkt dies mit Hilfe einer chemischen Spaltung der Stoffe, wobei Wärme erzeugt wird, die ihrerseits wiederum dazu unumgänglich nöthig ist, daß die Nerven (mit Hilfe der

in ihnen vorgehenden chemischen Veränderungen) ihre Lebensverrichtungen auszuführen vermögen. — Dabei ist hervorzuheben, daß die einzelnen Vorgänge mit ungemeiner Beschleunigung erfolgen. Die Gerinnung des Muskelinhaltes tritt so plötzlich ein, dauert so kurz und verschwindet wiederum so plötzlich, daß dieser Wechsel während des Starrkrampfes der Muskeln sich mehrere Mal in der Sekunde wiederholt. — Man erkennt aus dem Vorstehenden, weßhalb der Athmungsvorgang, das heißt die Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure im Organismus so erheblich vermehrt wird durch Muskelanstrengung (s. S. 738), und weßhalb gerade turnerische Muskelübungen in jedem Lebensalter unbedingt nothwendig sind zur Erhaltung der Gesundheit; denn sie erhöhen und steigern den Stoffwechsel (und zwar sowol in Muskel als in Drüsen und Nerven, wie sie auch die Darmentleerung befördern); — kräftiger Umsatz der Stoffe ist aber gleichbedeutend mit Gesundheit.

Die Erhaltung unserer Gesundheit und die Widerstandskraft gegen störende Einflüsse von außen wird wesentlich dadurch gewährleistet, daß in dem gesammten Muskelapparate der Stoffwechsel unausgesetzt und ununterbrochen stattfindet; — die Muskeln sind immer gespannt, immer zur Thätigkeit bereit; aber erst, indem sie sich so stark spannen, daß sie sich verkürzen und zusammenziehen, geht die in ihnen vorhandene Spannkraft in lebendige Kraft über: mechanische Bewegung, mechanische Lasthebung bewirkend. Gesteigert ist der Stoffwechsel im thätigen Muskel — und nicht minder im thätigen Nerven.

Diese Steigerung des Stoffwechsels im Nervengewebe läßt sich erkennen und nachweisen besonders da, wo die Nerven unmittelbare Wirkungen nach außen haben, wie im elektrischen Organ gewisser Fische und in den Leuchtorganen anderer Thiere; — hier findet im Nervengewebe eine ähnliche Steigerung des Stoffumsatzes statt wie in den Drüsen des Verdauungsapparates und in den Speicheldrüsen des Mundes und Bauches während der Absonderung. Die Hülfsmittel der Steigerung bestehen theils im vermehrten Blutzufluß (wie beim Magen ausführlich nachgewiesen), theils auch in der Einwirkung der Nerven (wie es z. B. bei der Speicheldrüse nachweisbar ist, wo es Ludwig gelang, selbst nach dem Tode des Thieres durch Reizung des betreffenden Nerven reichliche Absonderung der Drüse hervorzurufen).

Die Zusammenziehung der Muskelröhre wird nicht unmittelbar durch diese selbst angeregt, sondern durch den zu ihr gehenden Nerven. Man

darf aber nicht glauben, daß die bei der Erregung des Nerven entwickelte Kraft sich auf die Muskelröhre unmittelbar übertrage und sich ihr mittheile, — denn ein äußerst schwacher, kaum noch nachweisbarer elektrischer Strom oder die leiseste Berührung des abgeschnittenen Nerven mit einem Haar, oder beim lebenden Körper und unverletzten Nerven der Willensanstoß (den wir uns im Inneren der Nervenröhre doch auch als einen nur äußerst schwachen elektrischen Strom vorstellen müssen) genügen, um eine verhältnißmäßig große Muskelmasse zu energischer Zusammenziehung und Kraftentwickelung zu bringen. Ein Druck oder Zug von ein Tausendel Gramm (= 1 Milligramm) auf oder an dem Nerven würde den Hub von tausend Gramm (= 1 Kilo) durch die Muskeln veranlassen können, — würde sich also millionenfach zu verstärken vermögen. Hier kann nicht von unmittelbarer Uebertragung der Nervenkraft auf die Muskeln die Rede sein, sondern nur von Auslösung eines Hindernisses der lebenden Kraft (Bewegung), oder von bestehender Hemmung der Spannkraft (Ruhe), — wie in der Uhr bei einem Schlagwerke. — Die Feder der aufgezogenen Uhr ist immer gespannt und bereit; — am Schlusse eines gewissen Zeitmaßes, durch Ablauf der Räder ausgedrückt, wird das Hinderniß beseitigt, — beseitigt durch geringe Kraft, und die Bewegungen des Schlagwerkes sind ausgelöst zu viel bedeutenderer Kraftentwickelung.

Neben dem Umstande, daß die Thätigkeit der Nerven nur in einzelnen wenigen Fällen sich unmittelbar nach außen überträgt und somit eine der Beobachtung zugängliche Wirkung hervorbringt, ist es der weitere Umstand, daß die in dem feinen Nervenapparate thätigen Kräfte ungleich kleiner und schwächer sind als die in den Muskeln, — welcher die Beobachtung und Erforschung der Vorgänge in der thätigen Nervenfaser auf's Aeußerste erschwert. Daß aber bei der Nervenarbeit der Stoffumsatz ebenso eine Rolle spiele, wie bei der Muskelarbeit, geht aus vielfacher Uebereinstimmung beider hervor.

Die Nervenröhren gleichen den Muskelröhren in ihrer anatomischen Zusammensetzung: eine „elastische Haut" bildet die Nervenscheide (Neurilemma) wie die Muskelröhrenscheide (Sarcolemma); — der Inhalt beider besteht aus „Eiweißstoffen", von denen unter den verschiedenen Nervenapparaten die Ganglien und die graue Gehirnsubstanz mehr enthalten (50 %) als die Nerven und die weiße Gehirnsubstanz. — Die eiweißartige Substanz besteht beim Hirn aus vielen Einzelstoffen

(Caseïn, etwas Myosin, Lecithin, Protagon, durch dessen letzteren Zersetzung sich Neurin, sowie Glycerin-Phosphorsäure, Fettsäuren u. s. w. bilden). Außerdem kommt im Nervengewebe ein ungewöhnlich hoher Reichthum an Mineralbestandtheilen oder Aschenbestandtheilen vor (neben freier Phosphorsäure und phosphorsauren Alkalien, noch sehr geringe Mengen phosphorsaurer Erden, phosphorsauren Eisenoxyds, Chlor-Alkalien und schwefelsauren Kali's), — wobei jedoch die Asche der an Nervenzellen reichen grauen Hirnmasse wesentliche Verschiedenheiten (mehr freie Phosphorsäure und weniger phosphorhaltiges Protagon) aufweist als diejenige der markhaltigen, weißen Fasersubstanz des Gehirnes. — Das chemische Verhalten der Nervensubstanz im Zustande der „Ruhe" und der „Thätigkeit" stimmt mit dem chemischen Verhalten der Muskelsubstanz überein.

Im Zustande der „Ruhe" zeigt das Nervengewebe ebenso wie das ruhende Muskelgewebe unausgesetzt stattfindenden Stoffwechsel: das hellrothe, sauerstoffbeladene, an Kohlensäure arme arterielle Blut kommt, nachdem es das Nervengewebe durchflossen hat, als venöses Blut aus demselben, arm an Sauerstoff, reich an Kohlensäure und anderen durch Oxydation der organischen Gewebe entstandenen Stoffen, wie sie auch das Venenblut der Muskeln enthält (Inosit, Milchsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Hypoxanthin, Leuzin). Es zeigt also das ruhende Nervengewebe (Gehirn), wie Hanke nachgewiesen, ganz wie das Muskelgewebe eine Gewebs-Athmung. Das lebende Gehirn nimmt Sauerstoff aus der Luft auf, und haucht Kohlensäure aus wie die Muskeln; und zwar nehmen je zwei Gramm Nervensubstanz binnen 24 Stunden 2 Milligramm Sauerstoff auf und geben 7,73 Milligramm Kohlensäure ab (behalten also Sauerstoff zurück, da eigentlich für die aufgenommene Menge 11,3 Milligramm Kohlensäure geliefert werden müßten). Auch die Nervenröhren sind also (wie die Muskelröhren) immer zur Thätigkeit bereit.

Im „thätigen" Zustande der Nerven ist der Stoffumsatz gesteigert, und wie der Muskel, so gewinnt auch das in der Ruhe schwach alkalisch reagirende Nervengewebe durch starke Thätigkeit eine saure Reaktion. Wie im thätigen Muskel, so erfolgt auch im thätigen Hirn bei der geistigen Arbeit gesteigerte Blutzufuhr — und ebenso zu den Nervenstämmen bei gesteigerter Leitungsthätigkeit. Hierdurch gewinnt das Nervengewebe die zur Erhöhung seines Stoffwechsels nothwendigen Bestandtheile, namentlich Sauerstoff und mehrere mit dem Sauerstoff verbindungsfähige (oxydirbare) Stoffe. Es scheint im Gehirn während der

Arbeit eine Wasserverminderung stattzufinden, — während in den Nervenstämmen der Wassergehalt vermehrt wird. — Im ruhenden Zustande sind weiße und graue Substanz bei Menschen und Säugethieren wasserreicher als das Blut; während der Arbeit, beim vermehrten Stoffwechsel, ändert sich das Verhältniß. Durch die entstandenen Säuren ist das Wasser im Hirn angesäuert und tritt nun (nach dem von Jolly erwiesenen Gesetze der Ausgleichung, dessen wir bereits im ersten Kapitel erwähnten) mit stärkerem Zuge in das alkalische Blut, läßt aber an seiner Stelle feste Stoffe, die im Blute gelöst sind, eintreten, macht dadurch das Hirn wasserärmer, und befähigt es zu größerer Energie in seiner Arbeit. Gleichzeitig findet dabei, wie Valentin angibt, Entwickelung von Wärme statt. —

Der Uebergang aus der Erregung zur völligen Ruhe ist bei den Nerven ebenso wie bei den Muskeln und dem Drüsengewebe ein Zustand des Absterbens, oder, wie Ranke es nennt, eine „Nervenstarre", welcher sich durch die von der erhöhten Stoffaufnahme und der Gerinnung der Eiweißstoffe herrührende größere Härte, sowie durch saure Reaktion auszeichnet, und während dessen das Gewebe ebenfalls athmet, also Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgibt. —

Die im gesunden Zustande vorhandene Erregbarkeit der Nerven, d. h. ihre Befähigung, durch einen Reiz in thätigen Zustand überzugehen (sei es nun, einen Nervenreiz dem Hirn zu übertragen, sei es, den Willensanstoß zur Auslösung der Muskelthätigkeit zu geben, sei es, im Hirn die Thätigkeiten des Bewußtseins, Erinnerns, Wollens, Vergleichens, kurz des Denkens, zu Stande zu bringen), beruht immer, neben der unzerstörten Form auf der regelmäßigen chemischen Mischung. Die Erregbarkeit der Nerven ist viel größer als die der Muskeln: gleich starke Reize wirken auf den Nerven stärker erregend als auf den Muskel. — Jede Veränderung der normalen chemischen Mischung und des normalen physikalischen Verhaltens der Nervensubstanz bewirkt zunächst eine Erhöhung der Erregbarkeit (welche also keinesweges als Steigerung der Lebensthätigkeit des Nerven angesehen werden kann, sondern vielmehr nach Ranke ein Zustand der „Nervenermüdung" ist) und darauf eine Verminderung, eine Herabsetzung der Erregbarkeit. Man kann im lebenden Thiere eine Störung im Nervenstoffwechsel und damit Veränderung in der Erregbarkeit willkürlich hervorrufen durch Zerschneiden des Nerven. Der Arzt beobachtet das Nämliche an den Nerven bei Störungen im Gesammtstoffwechsel des Körpers. Wenn Bleichsüchtige, wenn übermüdete

Schüler und Schülerinnen, wenn mit Arbeit überbürdete Erwachsene die bekannten Störungen im Stoffwechsel aufzeigen, so gibt sich auch gleichzeitig größere Erregbarkeit der Nerven kund: bestehend in gesteigerter Empfindlichkeit gegen Gefühlswahrnehmungen, in hastigen Bewegungen, in erhöhter geistiger Erregbarkeit für Schreck, Aerger, Kummer, in gesteigertem Ehrgeiz u. s. w. Ihr folgt allgemeine andauernde Ermüdung, „Erschlaffung", oft auch Herabsetzung der geistigen Thätigkeit, Zwangsvorstellungen, schließlich — namentlich wenn Schlaflosigkeit und Aufenthalt in schlechter Luft sich während längerer Zeit dazu gesellen — und die Anstrengungen nicht aufhören — auch wol jene andauernde Störung in der Verrichtung der Hirnnervenleitung, welche man als „geistige Störung" oder „Irrsinn" zu bezeichnen pflegt, und welche immer eine fehlerhafte Arbeit der Hirnnerven ist, und in fehlerhaftem Stoffwechsel derselben ihren Grund hat. Die richtige Ernährung und die Sorge für gehörigen Stoffwechsel im Gesammtorganismus (durch Muskelübung, reine Luft und genügenden Schlaf) ist also das beste und das einzig sichere Vorbeugungsmittel gegen geistige Erkrankung. —

Worin besteht nun die geistige Arbeit des Gehirnes? Auf diese Frage vermag die Wissenschaft zur Zeit noch keine wolbegründete Antwort zu geben; denn von starrer Knochenkapsel des Schädels umschlossen, entziehen sich die unendlich feinen Bestandtheile des Gehirns und die noch feineren Vorgänge in demselben der unmittelbaren Beobachtung. Nur das Eine steht fest: daß die Denkarbeit nicht in der weißen Gehirnsubstanz, sondern in der grauen Belegmasse, in der blutreichen Gehirnrinde vor sich geht. (S. 73 u. f.) In dieser liegen zahlreiche Ganglienzellen, untereinander verbunden durch äußerst feine Fäden. Beim Blödsinnigen (d. h. beim Denkunfähigen) ist die Hirnrinde größtentheils geschwunden, sind die Ganglienzellen kleiner und geschrumpft, ist die Zahl der Fäden sehr gering. Ob nun die Nervenröhren des Hirnes bei ihrer Arbeit ebenfalls Umänderungen und Neubildung erleiden, wie die Bewegungsröhren des Muskels? Ob beim Lernen, beim Denken jene Fäden entstehen und wachsen, ob sie sichtbare Bahnen der Gedankenwege darstellen? Die Möglichkeit muß man zugeben; — Wahrscheinlichkeit oder Gewißheit besitzt man nicht. Sicher ist nur Eines: kein Gedanke ohne Stoffwechsel. —

Der wechselseitige Austausch der Stoffe erfolgt im Menschenleibe nicht ohne daß der Leib selber eine gewisse Oberleitung ausübte. Nerven

begleiten die Blutgefäße und befähigen sie durch ihren Einfluß die zur Ernährung nöthigen Bestandtheile auszugeben, die nicht mehr brauchbaren in sich aufzusaugen. Beseitigt man (mittelst Durchschneidung der Nerven) diesen Einfluß, so treten Ernährungsstörungen (Entzündung, Wassersucht, Brand) in dem Bezirke ein, in welchem der betreffende Nerv als Leiter des Stoffwechsels thätig war.

Weiter! Nicht nur im Großen wird der Wechsel zwischen den Bestandtheilen des Blutes und der Gewebe geregelt, — sondern auch im Einzelnen übt der Organismus die Oberleitung: im kleinsten durch „Form" und „Mischung" begrenzten und hierdurch zu einer gewissen Selbstständigkeit in Bezug auf Ernährung und Wachsthum befähigten Theile unseres Leibes, — in der Zelle.

Wir haben Zellen kennen gelernt der verschiedensten Art. Die großen flachen Zellen der Schleimhaut (Fig. 134, Seite 365) zeigten uns im Allgemeinen die Zellenform, wenn auch in bereits abgeplattetem, altem, dem Absterben und Zerfallen nahem Zustande. Die noch lebenskräftige, in guter Ernährung befindliche „Zelle" ist ein rundliches Gebilde; eine dünne Haut umschließt wie eine kleine Blase ihren Inhalt, welcher von gallertartiger Weichheit ist und in seinem Innern einen rundlichen „Kern" enthält, in welchem sich wieder ein oder mehrere „Kernkörperchen" befinden. Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen unser Leib sich aufbaut. Ursprünglich bestand er nur aus Zellen, welche sämmtlich in ihrer Form mit den jungen Zellen der Schleimhaut übereinstimmen; allmälig verändern sie ihre Form durch Wachsthum, werden flach oder langgestreckt, wachsen zu Fasern, oder nehmen Fett in sich auf, oder verhärten durch Aufnahme anderer Stoffe (wie wir bei der Entwickelung des Knochens gesehen). — Immer liegen sie während dieser Zeit des Wachsthums und ihrer Entwickelung neben einander geschichtet — (Fig. 133, Seite 364), jede einzelne selbstständig, — jede nach „Form" und „Mischung" begrenzt, — jede ihre Ernährung durch selbstständige Aufnahme und Ausgabe der Stoffe durchführend. — Auf gewissen Stellen des Körpers wachsen die Zellen der Schleimhaut in die Breite, werden flach und bilden so das „Platten-Epithelium". Auf anderen Stellen, den vorigen benachbart, werden sie durch Wachsthum lang, strecken sich, und erhalten auf ihrer freien Fläche Wimper-Fäden, so daß sie dann ein „Flimmer-Epithelium" bilden. (Fig. 135 und 136, Seite 365.) Diese Zellenfäden bewegen sich selbstständig. Wenn man vom lebenden Körper derartige

Zellen loslöst, so kann man noch lange Zeit unter dem Mikroskop das Spiel ihrer rythmischen Bewegungen verfolgen. Wir begegnen also einer Zelle, welche nicht für Wachsthum, Ernährung und Formentwickelung, sondern auch für Bewegung ihrer Theile selbstständig „belebt“ erscheint. Wir wissen, daß die in unserem Blute befindlichen scheibenförmigen Zellen, die Blutkörperchen, sogar Form und Gestalt unter gewissen Verhältnissen durch Bewegungen verändern können (Fig. 322, Seite 753), so daß sie den Anschein lebender Thiere erhalten und fast wie willkürlich unter dem Mikroskop umherkriechen.

Fürwahr, die „Bausteine“ unseres Leibes haben nicht geringe Selbstständigkeit. Der Leib des Menschen ist „belebt“ in höherem Grade, als man gewöhnlich meint. Dennoch stehen die Zellen des Gewebes in engstem Zusammenhange mit denjenigen Theilen des Körpers, welche man als die höchstorganisirten und gleichsam durchgeisteten betrachtet.

In jüngster Zeit ist erwiesen worden, daß feine Nervenfasern bis in die Zellen sich erstrecken und daß sie daselbst in den „Körperchen“ der Zellenkerne endigen*). Da wir nun wissen, daß Durchschneidung (d. h. Lähmung, Hemmung des Einflusses) dieser Nerven bedeutende Ernährungsstörungen bewirkt, — daß also eine nahe Beziehung dieses Nerven zu den Ernährungsverhältnissen der Hornhautzellen besteht, — so liegt es außerordentlich nahe, in der Nervenverbindung mit den Kernkörperchen den Vermittelungsweg für die Einwirkung der Nerven auf Ernährungsvorgänge zu erblicken. Diese Annahme ist noch neu, ist noch nicht unumstößlich erwiesen; sie hat aber die größte Wahrscheinlichkeit für sich und ist beim heutigen Standpunkte unserer Erkenntniß die einzige berechtigte

*) Nachdem schon früher Hensen (Virch. Arch. Bd. 31, Taf. II, Fig. 14) Endigungen der Nerven in den Kernkörperchen der Epithelialzellen des Schwanzes der Froschlarve beschrieben, — und Ebnoth (Arch. f. mikr. Anat. III, 495 und Beiträge zur Anat. der Froschhaut, Leipzig 1869) den Zusammenhang der Bindegewebskörperchen mit Nerven angegeben, — hat Liepmann (Virch. Arch. 1869, Bd. 48, Tafel 7) gezeigt: daß die Kernkörperchen von Hornhautzellen mit feinen Fasern in Verbindung stehen und daß diese Fasern Nerven sind. — Wir haben Fig. 99, Seite 254 das Eindringen der Nerven in das Gewebe der Hornhaut nur bei schwacher Vergrößerung abgebildet; diejenigen Fasern, welche zu den einzelnen Zellen gehen, sind feiner, als daß man sie bei solcher Vergrößerung sehen könnte. Die angegebene Endigung gewisser Nervenfasern in den „Nucleolis der Hornhautkörperchen“ schließt nicht aus, daß andere (Empfindungs-)Nerven in der Form von „Kolben“ selbstständig endigen, wie Fig. 100 abgebildet wurde.

Erklärung der gemachten Wahrnehmungen und Beobachtungen. — Dann ist also auch die „Zelle", trotz ihrer scheinbaren Selbstständigkeit nicht unabhängig vom Ganzen. Das Gesetz erreicht sie und die elektrische Telegraphie der Nervenfaser bringt sie in unmittelbare Verbindung mit dem geistigen Oberhaupte des Leibes, mit Hirn und Rückenmark.

Auch der Pflanzen-Leib besteht in seiner ersten Entwickelung nur aus einander gleichartigen Zellen, welche ebenfalls durch Wachsthum (d. h. durch Aufnahme neuen Stoffes) und durch Ernährung (d. h. durch Stoffwechsel) je nach dem Orte, an welchem sie sich befinden, verschiedene Form und Mischung, und mit diesen verschiedene Verrichtung, gewinnen. Aber auf die Zellen des pflanzlichen Körpers wirken keine Nervenfäden ein; denn die Pflanze entbehrt derselben. Nerven finden sich nur im thierischen Körper. Deßhalb sind die Pflanzenzellen beschränkter in ihren Thätigkeiten, selbstständiger im Ernährungsvorgange. (Ein abgeschnittener Zweig wird durch Ernährung zur selbstständigen Pflanze; eine abgeschnittene Zehe kann nicht ernährt, kann nicht zum Thier oder Menschen umgestaltet werden.) Deßhalb ist der Menschen-Leib in viel höherem Grade ein „Organismus", dessen einzelne Theile und Theilchen unter sich zu einer Gemeinsamkeit verbunden sind: durch Nerven.

So stehen Millionen von „Zellen" mit dem „Mittelpunkte des Nervensystems" (Hirn, nebst Rückenmark, Ganglien) in Wechselwirkung; — von den Zellen empfängt jener Mittelpunkt Kraft, von ihrer Aller Wohlsein hängt sein Bestehen ab, — von seiner Oberleitung empfangen sie die Möglichkeit zum eigenen Wohlbefinden und zu freier Thätigkeit. — Welches Musterbild der Staatshaushaltung.

Stellen wir uns so den Leib des Menschen vor, — ein belebtes Kunstwerk höchster Vollendung. — Ist nicht jeder Mensch ein Wunder ohne Gleichen?

Je mehr die Erkenntniß von den Lebensvorgängen im Menschenleibe zur Kenntniß des Volkes gelangt und Theil der allgemeinen Bildung wird, um so mehr wird Jeglicher sich verpflichtet erachten, „Menschenwürdig" sich zu verhalten gegen seine Brüder und gegen sich, — um so mehr wird Jeder sich fühlen als einen Theil des großen Weltorganismus. Denn dieselben Gesetze, welche die Bewegungen der Gestirne regeln, — welche wir in der unbelebten Natur auf unserer Erde kennen lernen, — lassen sich wiederfinden in den Lebensvorgängen unseres Leibes.

Alphabetisches Inhalts-Verzeichniß.